



Universidad
Carlos III de Madrid

ESTUDIO DE ESTRATEGIAS DE SUSTITUCIÓN DEL PARQUE AUTOMOVILÍSTICO PARA LA IMPLANTACIÓN DE NUEVOS MODELOS DE MOVILIDAD DE NUESTRA SOCIEDAD.

Alumno: Víctor de la Cruz Morales

Departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos

Trabajo Fin de Grado Ingeniería Mecánica

Tutor: Javier Villa Briongos

Universidad Carlos III Madrid

Leganés, Septiembre 2015



Índice de contenido

	Página
1. OBJETIVO Y ALCANCE	6
2. RESUMEN	7
3. INTRODUCCION	8
3.1. LEGISLACION DE LA UNION EUROPEA	8
3.2. POLITICA EUROPEA SET PLAN	9
3.3. DESARROLLO DE LAS MEDIDAS ADOPTADAS	10
4. ESTUDIO DEL PARQUE AUTOMOVILISTICO	14
5. MODELACION VEHICULOS COMBUSTION INTERNA	16
5.1. MODELACION VEHICULOS GASOLINA	16
5.1.1. MODELACION TURISMO GASOLINA 1994	17
5.2. MODELACION VEHICULOS GASOLEO	19
5.2.1. MODELACION TURISMO DIESEL 1994	20
5.3. TABLA RESULTADOS EMISIONES CO2	21
6. COSTE AMBIENTAL PARQUE AUTOMOVILISTICO	23
6.1. DEFINICION PARTICULAS EMITIDAS	23
6.1.1. MATERIA PARTICULADA	23
6.1.2. ÓXIDOS DE NITRÓGENO	24
6.1.3. HIDROCARBUROS SIN QUEMAR	25
6.1.4. ÓXIDOS DE AZUFRE	26
6.2. COSTE AMBIENTAL VEHÍCULOS DE GASOLINA	27
6.2.1. COSTE AMBIENTAL VEHÍCULOS GASOLINA 1994	27
6.2.2. COSTE AMBIENTAL TOTAL VEHÍCULOS GASOLINA	29
6.3. COSTE AMBIENTAL VEHÍCULOS DIESEL	31
6.3.1. COSTE AMBIENTAL VEHÍCULOS DIESEL 1994	31
6.3.2. COSTE AMBIENTAL TOTAL VEHÍCULOS DIESEL	32
6.4. COMPARACIÓN RESULTADOS COSTE AMBIENTAL	34
7. ESTUDIO VEHÍCULO ELÉCTRICO	40
7.1. CREACIÓN VEHÍCULO ELÉCTRICO EN GREET	41
7.2. COSTE AMBIENTAL VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	44
7.3. COMPARACIÓN VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	45
7.4. TABLA RESUMEN COSTES AMBIENTALES	47
8. COSTE ECONÓMICO PARQUE AUTOMOVILÍSTICO	48
8.1. COSTE ECONÓMICO VEHÍCULOS GASOLINA	48
8.2. COSTE ECONÓMICO VEHÍCULOS DIESEL	51
8.3. COSTE ECONÓMICO VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	53
8.4. COMPARACIÓN RESULTADOS COSTE ECONÓMICO	55
9. ESTRATEGIAS DE SUSTITUCIÓN	56
9.1. ESCENARIO 1	56
9.1.1. COMPARACIÓN RESULTADOS ESCENARIO 1	59
9.1.2. COSTE ECONÓMICO ESCENARIO 1	59
9.2. ESCENARIO 2	59
9.2.1. COMPARACIÓN RESULTADOS ESCENARIO 2	63
9.2.2. COSTE ECONÓMICO ESCENARIO 2	63
9.3. ESCENARIO 3	63
9.3.1. COMPARACIÓN RESULTADOS ESCENARIO 3	66
9.3.2. COSTE ECONÓMICO ESCENARIO 3	66
9.4. RESUMEN ESCENARIOS	67
10. CONCLUSIONES	68



11.	ANEXOS	69
11.1.	ANEXO1	69
11.2.	ANEXO2	73
11.3.	ANEXO3	93
11.4.	ANEXO4	113
11.5.	ANEXO5	126
12.	REFERENCIAS	140

Índice de imágenes

Página

IMAGEN 1: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 1994 EN GREET	17
IMAGEN 2: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 1994 EN GREET	20
IMAGEN 3: CONTAMINACIÓN EN LA COMUNIDAD DE MADRID	25
IMAGEN 4: RANGO DE DESPLAZAMIENTOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID	27
IMAGEN 5: EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN TURISMOS DE GASOLINA	29
IMAGEN 6: EMISIONES DE CO ₂ EN TURISMOS DE GASOLINA	30
IMAGEN 7: EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN TURISMOS DIESEL	32
IMAGEN 8: EMISIONES DE CO ₂ EN TURISMOS DIESEL	33
IMAGEN 9: EMISIONES NO _x EN ZONAS URBANAS POR VEHÍCULOS	35
IMAGEN 10: EMISIONES TOTALES DE NO _x EN ZONAS URBANAS	36
IMAGEN 11: EMISIONES SO _x EN ZONAS URBANAS POR VEHÍCULOS	36
IMAGEN 12: EMISIONES TOTALES DE SO _x EN ZONAS URBANAS	37
IMAGEN 13: EMISIONES PM EN ZONAS URBANAS POR VEHÍCULOS	38
IMAGEN 14: EMISIONES TOTALES DE PM EN ZONAS URBANAS	39
IMAGEN 15: MIX ENERGÉTICO DE ESPAÑA EN FEBRERO 2015	41
IMAGEN 16: COMPARACIÓN EMISIONES CO ₂ DEL PARQUE	45
IMAGEN 17: DIFERENCIA DE KG DE CO ₂ ENTRE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS Y GASOLINA	46
IMAGEN 18: DIFERENCIA DE KG DE CO ₂ ENTRE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS Y DIESEL	47
IMAGEN 19: EMISIONES TOTALES DE NO _x DEL ESCENARIO 1	57
IMAGEN 20: EMISIONES TOTALES DE SO _x DEL ESCENARIO 1	58
IMAGEN 21: EMISIONES TOTALES DE PM DEL ESCENARIO 1	58
IMAGEN 22: EMISIONES TOTALES DE NO _x DEL ESCENARIO 2	61
IMAGEN 23: EMISIONES TOTALES DE SO _x DEL ESCENARIO 2	61
IMAGEN 24: EMISIONES TOTALES DE PM DEL ESCENARIO 2	62
IMAGEN 25: EMISIONES TOTALES DE NO _x DEL ESCENARIO 3	64
IMAGEN 26: EMISIONES TOTALES DE SO _x DEL ESCENARIO 3	65
IMAGEN 27: EMISIONES TOTALES DE PM DEL ESCENARIO 3	65
IMAGEN 28: ZONAS DEL PANEL <i>SIMULATION PARAMETERS</i> EN GREET	70
IMAGEN 29: ZONAS DEL PANEL <i>WELL-TO-PUMP</i> EN GREET	71
IMAGEN 30: PANEL PRINCIPAL <i>WELL-TO-WHEELS</i> EN GREET	72
IMAGEN 31: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 1995 EN GREET	73
IMAGEN 32: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 1996 EN GREET	74
IMAGEN 33: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 1997 EN GREET	75
IMAGEN 34: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 1998 EN GREET	76
IMAGEN 35: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 1999 EN GREET	77
IMAGEN 36: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2000 EN GREET	78
IMAGEN 37: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2001 EN GREET	79
IMAGEN 38: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2002 EN GREET	80



IMAGEN 39: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2003 EN GREET.....	81
IMAGEN 40: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2004 EN GREET.....	82
IMAGEN 41: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2005 EN GREET.....	83
IMAGEN 42: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2006 EN GREET.....	84
IMAGEN 43: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2007 EN GREET.....	85
IMAGEN 44: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2008 EN GREET.....	86
IMAGEN 45: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2009 EN GREET.....	87
IMAGEN 46: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2010 EN GREET.....	88
IMAGEN 47: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2011 EN GREET.....	89
IMAGEN 48: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2012 EN GREET.....	90
IMAGEN 49: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2013 EN GREET.....	91
IMAGEN 50: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2014 EN GREET.....	92
IMAGEN 51: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 1995 EN GREET.....	93
IMAGEN 52: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 1996 EN GREET.....	94
IMAGEN 53: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 1997 EN GREET.....	95
IMAGEN 54: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 1998 EN GREET.....	96
IMAGEN 55: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 1999 EN GREET.....	97
IMAGEN 56: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2000 EN GREET.....	98
IMAGEN 57: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2001 EN GREET.....	99
IMAGEN 58: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2002 EN GREET.....	100
IMAGEN 59: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2003 EN GREET.....	101
IMAGEN 60: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2004 EN GREET.....	102
IMAGEN 61: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2005 EN GREET.....	103
IMAGEN 62: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2006 EN GREET.....	104
IMAGEN 63: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2007 EN GREET.....	105
IMAGEN 64: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2008 EN GREET.....	106
IMAGEN 65: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2009 EN GREET.....	107
IMAGEN 66: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2010 EN GREET.....	108
IMAGEN 67: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2011 EN GREET.....	109
IMAGEN 68: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2012 EN GREET.....	110
IMAGEN 69: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2013 EN GREET.....	111
IMAGEN 70: CREACIÓN DEL VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2014 EN GREET.....	112

Índice de tablas

Página

TABLA 1: TURISMOS DEL PARQUE AUTOMOVILÍSTICO EN ESPAÑA EN EL AÑO 1994.....	15
TABLA 2: LIMITACIONES A LAS EMISIONES PARA VEHÍCULOS DE GASOLINA.....	16
TABLA 3: RESULTADOS VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 1994 EN GREET.....	18
TABLA 4: LIMITACIONES A LAS EMISIONES PARA VEHÍCULOS DIESEL.....	19
TABLA 5: RESULTADOS VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 1994 EN GREET.....	20
TABLA 6: EMISIONES DE CO ₂ INCLUYENDO LAS FUENTES.....	21
TABLA 7: EMISIONES MIX ENERGÉTICO DE ESPAÑA EN FEBRERO 2015.....	42
TABLA 8: RESULTADOS VEHÍCULO ELÉCTRICO EN GREET.....	43
TABLA 9: TABLA RESUMEN DE EMISIONES DE CO ₂ POR TIPO DE COMBUSTIBLE.....	47
TABLA 10: PRECIOS VEHÍCULOS DE GASOLINA.....	48
TABLA 11: PRECIOS ELEMENTOS A SUSTITUIR EN VEHÍCULOS DE GASOLINA.....	50
TABLA 12: PRECIOS VEHÍCULOS DIESEL.....	51
TABLA 13: PRECIOS ELEMENTOS A SUSTITUIR EN VEHÍCULOS DIESEL.....	52
TABLA 14: PRECIOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.....	53
TABLA 15: PRECIOS ELEMENTOS A SUSTITUIR EN VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.....	54



TABLA 16: TABLA RESUMEN COSTE ECONÓMICO POR TIPO DE COMBUSTIBLE.....	55
TABLA 17: COMPARATIVA COSTE AMBIENTAL DE CO ₂ DEL PARQUE CON ESCENARIO 1.....	59
TABLA 18: COMPARATIVA COSTE AMBIENTAL DE CO ₂ DEL PARQUE CON ESCENARIO 2.....	63
TABLA 19: COMPARATIVA COSTE AMBIENTAL DE CO ₂ DEL PARQUE CON ESCENARIO 3.....	66
TABLA 20: RESUMEN DE LOS TRES ESCENARIOS ESTUDIADOS.....	67
TABLA 21: RESUTADOS VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 1995 EN GREET.....	73
TABLA 22: RESUTADOS VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 1996 EN GREET.....	74
TABLA 23: RESUTADOS VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 1997 EN GREET.....	75
TABLA 24: RESUTADOS VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 1998 EN GREET.....	76
TABLA 25: RESUTADOS VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 1999 EN GREET.....	77
TABLA 26: RESUTADOS VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2000 EN GREET.....	78
TABLA 27: RESUTADOS VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2001 EN GREET.....	79
TABLA 28: RESUTADOS VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2002 EN GREET.....	80
TABLA 29: RESUTADOS VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2003 EN GREET.....	81
TABLA 30: RESUTADOS VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2004 EN GREET.....	82
TABLA 31: RESUTADOS VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2005 EN GREET.....	83
TABLA 32: RESUTADOS VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2006 EN GREET.....	84
TABLA 33: RESUTADOS VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2007 EN GREET.....	85
TABLA 34: RESUTADOS VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2008 EN GREET.....	86
TABLA 35: RESUTADOS VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2009 EN GREET.....	87
TABLA 36: RESUTADOS VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2010 EN GREET.....	88
TABLA 37: RESUTADOS VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2011 EN GREET.....	89
TABLA 38: RESUTADOS VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2012 EN GREET.....	90
TABLA 39: RESUTADOS VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2013 EN GREET.....	91
TABLA 40: RESUTADOS VEHÍCULO DE GASOLINA DEL AÑO 2014 EN GREET.....	92
TABLA 41: RESULTADOS VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 1995 EN GREET.....	93
TABLA 42: RESULTADOS VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 1996 EN GREET.....	94
TABLA 43: RESULTADOS VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 1997 EN GREET.....	95
TABLA 44: RESULTADOS VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 1998 EN GREET.....	96
TABLA 45: RESULTADOS VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 1999 EN GREET.....	97
TABLA 46: RESULTADOS VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2000 EN GREET.....	98
TABLA 47: RESULTADOS VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2001 EN GREET.....	99
TABLA 48: RESULTADOS VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2002 EN GREET.....	100
TABLA 49: RESULTADOS VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2003 EN GREET.....	101
TABLA 50: RESULTADOS VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2004 EN GREET.....	102
TABLA 51: RESULTADOS VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2005 EN GREET.....	103
TABLA 52: RESULTADOS VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2006 EN GREET.....	104
TABLA 53: RESULTADOS VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2007 EN GREET.....	105
TABLA 54: RESULTADOS VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2008 EN GREET.....	106
TABLA 55: RESULTADOS VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2009 EN GREET.....	107
TABLA 56: RESULTADOS VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2010 EN GREET.....	108
TABLA 57: RESULTADOS VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2011 EN GREET.....	109
TABLA 58: RESULTADOS VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2012 EN GREET.....	110
TABLA 59: RESULTADOS VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2013 EN GREET.....	111
TABLA 60: RESULTADOS VEHÍCULO DIESEL DEL AÑO 2014 EN GREET.....	112



1. OBJETIVO Y ALCANCE.

El objetivo de este trabajo es estudiar el Parque Automovilístico actual que hay en España, según los tipos de vehículos; y analizar las emisiones que estos expulsan para llevar a cabo una estrategia de sustitución del Parque debido a los problemas de contaminación que existen actualmente.

Para ello se modelarán en un software proporcionado por Argonne [\[REF. 1\]](#) los diferentes vehículos que componen el Parque Automovilístico actual, atendiendo siempre a la normativa europea.

Con estos datos se calcularán los costes ambientales que tienen los vehículos que componen dicho Parque Automovilístico, prestando atención a partículas como el dióxido de carbono (CO_2), los óxidos de nitrógeno (NO_x), los óxidos de azufre (SO_x) y la materia particulada (PM).

Además, también se calcularán los costes económicos de dicho Parque, teniendo en cuenta diversos factores como son el coste del vehículo, el consumo de combustible o revisiones de los turismos.

Por último se estudiarán diferentes escenarios con los que sustituir el Parque Automovilístico actual con el objetivo de cumplir la normativa europea y obtener mejoras en los problemas de contaminación.



2. RESUMEN.

En este proyecto se ha hecho un estudio sobre el Parque Automovilístico que hay en España en el año 2014 atendiendo únicamente a los turismos, sabiendo que hay aproximadamente 22 millones según los datos recogidos por la DGT. Existe una normativa implantada por la Unión Europea, en donde cada turismo debería emitir un total de 130 g/km de CO₂ para el año 2015. Sin embargo, todos los turismos del Parque, tanto gasolina como diesel, están por encima de estas emisiones. Sumando todas éstas, el Parque Automovilístico del año 2014 emite aproximadamente 57 millones de toneladas de CO₂, por encima de las 52 millones de toneladas que deberían emitir si se cumpliese con la normativa de la Unión Europea para el año 2015. Además, se ha hecho un estudio de partículas como los óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y materia particulada (PM), donde se puede ver que las emisiones urbanas de los vehículos diesel son demasiado elevadas y resultan perjudiciales para la salud.

Haciendo un estudio de los vehículos eléctricos, se puede observar como esta clase de turismos sí cumplen con la normativa europea, emitiendo aproximadamente 121 g/km de CO₂. Por este motivo, se ha decidido implementar una estrategia de sustitución realizando diversos escenarios, en los que se han sustituido los vehículos diesel que tenían más emisiones por dichos vehículos eléctricos.

Tan solo un escenario cumple con los requisitos que exige la Unión Europea en relación a la emisión de partículas. Esto se cumple cuando se sustituyen los turismos diesel de la Euro III y de la Euro IV por vehículos eléctricos.

Además, haciendo un estudio económico, se puede observar como estos escenarios están dentro del presupuesto previsto por la Unión Europea. El escenario que cumple con la emisión de partículas tendría un coste de 26.800 millones de euros, mientras que el presupuesto proporcionado por la Unión Europea estaba previsto en 71.500 millones de euros.

Estudiando todo esto, sería posible llevar a cabo esta estrategia de sustitución. Sin embargo, existen problemas de autonomía y limitaciones en los vehículos eléctricos que hacen que sea muy complicado sustituir todos los turismos diesel de la Euro III y de la Euro IV por dichos vehículos eléctricos.



3. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad, uno de los principales problemas que se tiene en el Planeta Tierra es la contaminación ambiental. Se considera contaminación ambiental a la presencia en el medio ambiente de uno o más contaminantes en cantidades superiores a los límites tolerados por el ser humano, combinados de tal manera que en mayor o en menor medida causan un desequilibrio ecológico y dañan la salud y el bienestar del hombre.

En los últimos 150 años el planeta ha cambiado la estructura natural de su atmósfera y de su hidrosfera más que en todo su tiempo de vida, por lo que se necesitan cambios radicales y normas más estrictas.

3.1. LEGISLACIÓN DE LA UNIÓN EUROPEA

La cantidad de contaminantes que se emiten al aire que se respira se ha reducido mucho desde que la Unión Europea (UE) introdujo políticas y medidas relacionadas con la calidad del aire en la década de 1970. La Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA) [\[REF.2\]](#) trata de limitar las emisiones de contaminantes y las emisiones por sectores.

Una manera de lograr las limitaciones de emisiones de contaminantes ha sido fijando límites en toda la Unión Europea para determinados contaminantes dispersados en la atmósfera. La UE ha establecido normas para las partículas en suspensión (PM) de determinados tamaños, el ozono, el dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, el plomo y otros contaminantes que pueden tener un efecto perjudicial para la salud humana y los ecosistemas. Entre las leyes importantes que establecen límites para los contaminantes en Europa caben destacar la Directiva de 2008 relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa (2008/50/CE) [\[REF.3\]](#) y la Directiva marco de 1996 sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente (96/62/CE) [\[REF.4\]](#).

En las limitaciones de emisiones por sectores también se han establecido normativas europeas relativas a aquellos sectores que constituyen fuentes de contaminación atmosférica. Las emisiones de contaminantes atmosféricos del sector industrial están reguladas, entre otros, por la Directiva de 2010 sobre las emisiones industriales (2010/75/UE) [\[REF.5\]](#) y la Directiva de 2001 sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión (2001/80/CE) [\[REF.6\]](#).

Las emisiones de los vehículos se han regulado a través de una serie de normas de rendimiento y carburantes, incluida la Directiva de 1998 relativa a la calidad de la gasolina y el gasóleo (98/70/CE) [\[REF.7\]](#) y las normas de emisiones de los vehículos, denominadas “Normas Euro” [\[REF.8\]](#). Las normas “Euro V” y “Euro VI” abarcan las emisiones de vehículos ligeros, incluidos los turismos, las furgonetas y los vehículos comerciales. La norma “Euro V” entró en vigor el 1 de enero de 2011 y exige que los vehículos nuevos incluidos en la legislación emitan menos partículas y óxidos de nitrógeno que los límites establecidos. La norma “Euro VI”, que entró en vigor en 2015, impone unos límites más estrictos a los óxidos de nitrógeno emitidos por los motores de gasóleo. Estas normas de emisiones de vehículos se utilizarán más adelante en este proyecto para el modelado de los turismos.

3.2. POLÍTICA EUROPEA SET-PLAN

La Comisión Europea [\[REF.9\]](#) en un primer paso para establecer una política de tecnología energética para toda Europa, aprobó en el año 2008 el SET-Plan.

La implementación del SET-Plan comenzó con el establecimiento de seis iniciativas industriales europeas que reúnen a la industria, la comunidad científica, los Estados y la Comisión Europea en la distribución del riesgo y las asociaciones público-privadas.

Paralelamente, la Alianza Europea de Investigación en Energía (EERA) [\[REF.10\]](#) ha estado trabajando desde 2008 para determinar un marco de programación conjunta a nivel de la UE y para alinear las actividades de I+D de la organización de investigación individual con las prioridades del Plan EETE, pilar tecnológico de la energía y el clima político de la UE.

Esta implementación también es apoyada por una serie de Plataformas Tecnológicas Europeas (PTE) [\[REF.11\]](#). Éstas ayudan a definir los objetivos de investigación y desarrollo tecnológico.

España se encuentra entre todos los países que forman el listado de miembros pertenecientes al SET-Plan. Alemania, Francia, Italia, Portugal, Austria, Bélgica y muchos otros, también forman parte de esta política. [\[REF.12\]](#)

El SET-Plan es la principal herramienta para el apoyo de la toma de decisiones de la política energética de la Unión Europea (UE) con el objetivo de:

- Acelerar el desarrollo de conocimientos y la transferencia de tecnología.
- Mantener el liderazgo industrial de la UE en tecnologías energéticas bajas en carbono.
- Fomento de la ciencia para la transformación de las tecnologías de energía para alcanzar los objetivos de energía y cambio climático del año 2020.
- Contribuir a la transición mundial a una economía baja en carbono para el año 2050.
- El presupuesto previsto para el SET-Plan se estimó en 71.500 millones de €.



El SET-Plan tiene dos grandes metas en el tiempo:

- Para el año 2020 pretende acelerar el desarrollo y despliegue de tecnologías rentables de baja emisión en carbono. Con este tipo de estrategias globales, la UE está en camino de alcanzar sus objetivos 20-20-20. Esto significa, una reducción del 20% de las emisiones de CO₂, utilizar un 20% de energía procedente de fuentes de energía bajas en carbono y la reducción de 20% en el uso de la energía primaria mediante la mejora de la eficiencia energética.
- Para el año 2050 está dirigido en limitar el cambio climático a un aumento inferior o igual a 2°C de la temperatura mundial, en particular, haciendo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de la UE en un 80-95%. El objetivo del SET-Plan en este sentido, es reducir aún más el costo de la energía baja en carbono y situar a la industria energética de la UE en la vanguardia del creciente sector de la tecnología de energía baja en carbono.

3.3. DESARROLLO DE LAS MEDIDAS ADOPTADAS PARA AUTOMÓVILES

En el año 2014 el Parlamento Europeo [\[REF.13\]](#) aprobó una normativa más severa contra las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) originadas por automóviles. Los nuevos turismos que se fabriquen más allá del año 2020 tendrán que emitir un máximo de 95 g/km de CO₂, esto es un 25% menos que los 130 g/km que fija el límite actual (para el año 2015).

Según la Comisión Europea [\[REF.9\]](#), los coches nuevos vendidos en 2014 emiten de media un 2,6% menos de CO₂ que los vendidos en 2013, es decir, casi 7 g/km de CO₂ por debajo de la meta de 2015, según los datos provisionales publicados por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) [\[REF.2\]](#).

El nivel de las emisiones promedio de un coche nuevo vendido en 2014 fue de 123,4 g/km de CO₂, muy por debajo de la meta de 2015 de 130 g/km tal y como se ha mencionado antes, de acuerdo con los datos del Espacio Económico Europeo (EEE) [\[REF.14\]](#). Los niveles medios de emisiones estaban por debajo de 130 g/km de CO₂ en 17 de los 28 Estados miembros.

Desde que comenzó esta legislación, las emisiones se han reducido en 17 g/km de CO₂, una reducción del 12%. Sin embargo, los fabricantes de automóviles deberán de reducir aún más estas emisiones para alcanzar los 95 g/km de CO₂ marcados por el Parlamento Europeo [\[REF.13\]](#).

Los vehículos eléctricos son una alternativa a los turismos de combustión interna, de forma que si se sustituyeran estos turismos por los eléctricos se reducirían notablemente las emisiones. En 2014 se registraron alrededor de 38.000 vehículos eléctricos. El mayor número de registros se produjo en Francia (más de 10.700 vehículos), seguidos por Alemania (alrededor de 8.500 vehículos) y por el Reino Unido (alrededor de 6.700 vehículos). Sin embargo, los vehículos eléctricos siguen constituyendo sólo una pequeña fracción de las matriculaciones, un 0,3% del total.

En un artículo del periódico español ABC [\[REF.15\]](#) se explicaron algunas medidas adoptadas por las grandes ciudades europeas para combatir la contaminación atmosférica. Son, entre otras, los turnos de matrículas para circular, tasas para acceder al centro de la ciudad y eliminación de taxis y camionetas contaminantes.

- En París (Francia), ciudad poco industrial, la polución atmosférica se debe sobre todo al uso del automóvil y los transportes. Las políticas para reducir la contaminación tienen cerca de medio siglo de historia. En 1979 se creó una oficina de control del aire responsable de la materia. Desde entonces, el Estado y la Alcaldía han colaborado en distintas iniciativas para mejorar el aire que se respira como por ejemplo, reducción de la velocidad de los vehículos, mejoras en los vehículos, reordenación de los transportes públicos, campañas a favor del uso más racional del automóvil y del uso de los transportes públicos. El 17 de marzo de 2014 entró en vigor la circulación alterna de vehículos en París para reducir los atascos y las emisiones de CO₂.
- Una de las pocas cosas en torno a las que hay consenso en Bélgica es respecto a la contaminación. Las autoridades de las tres regiones del país (Flandes, Bruselas y Valonia), cuando las condiciones meteorológicas dificultan la dispersión de los elementos contaminantes, limitan la velocidad en todas las autopistas del país a 90 km/h y a 50 km/h en la ciudad, en las zonas donde habitualmente el límite es de 70 km/h. Esta reducción obligada de la velocidad supone, según sus cálculos, una reducción del consumo de combustible en un 20% y, como consecuencia, de las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Tanto en Bélgica como en Holanda, es habitual el transporte en bicicleta y el uso compartido de los coches para aquellos ciudadanos que viven fuera de la ciudad y acuden a diario a la capital a trabajar. Para ellos, se ofrecen aparcamientos para bicicletas casi en cada calle y en las entradas al metro.
- En Berlín (Alemania) y otras ciudades del país, a pesar de que se usa poco el vehículo particular, y las campañas incentivan el transporte público, se han ampliado las zonas de circulación residencial, donde no se circula a más de 30 km/h. Dentro del perímetro urbano, es necesario llevar un distintivo adhesivo que confirma la calidad de los humos emitidos por el escape del motor. En el centro de algunas ciudades se ha restringido el aparcamiento, total o parcialmente.
- Solo hay un país europeo donde se respira un aire más contaminado que el italiano, Bulgaria. Según la Agencia Europea para el Medio Ambiente [\[REF.2\]](#), entre las 30 ciudades europeas con mayores tasas de ozono, 17 son italianas, entre ellas sus capitales Roma, Milán, Turín y Nápoles. Las causas de la contaminación están en la industria y los transportes. La Comisión Europea [\[REF.9\]](#) ha advertido al Gobierno italiano para que respete los límites impuestos por la normativa comunitaria. Ante la emergencia, cuando se superan todos los límites, algunas ciudades prohíben el tráfico y decretan el “domingo a pie”. Esto ocurrió en ciudades como Milán, Turín y Nápoles.



- En junio de 2010, la Comisión Europea [\[REF.9\]](#) le dio a Reino Unido una advertencia final por la contaminación ambiental en Londres. Entre las iniciativas que se tomaron se encuentra la revocación de licencias a los taxis de más de 15 años, la promoción de coches eléctricos y la imposición de límites más estrictos para la emisión de camionetas y minibuses en las Zonas de Baja Emisión.
- Atenas (Grecia), es una enorme ciudad en cuyo centro y alrededores viven y circulan más de 4 millones de habitantes (el 30% de la población griega). El centro de la ciudad se encuentra rodeado por varias colinas y, desde finales de los años setenta, la contaminación atmosférica era brutal, con altos niveles de dióxido de sulfuro (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂) y ozono. En 1992, se comenzó retirando los coches sin catalizador, y desde entonces se realizan revisiones que hacen casi imposible el circular con vehículos que no cumplen los controles de contaminación. La medida más drástica, desde 1982, permite circular en el centro de Atenas únicamente a los coches con matrículas pares los días pares y con impares los días impares, de lunes a jueves de 7:00 a 20:00 horas y el viernes de 7:00 a 15:00 horas, desde el mes de septiembre hasta mediados de Julio. La medida se ha mantenido hasta ahora y no afecta a los coches con matrículas extranjeras o vehículos alquilados.
- Desde el año 2005, Portugal sobrepasa el límite legal para la polución atmosférica y la Comisión Europea [\[REF.9\]](#) ha emitido varios avisos a la región de la Gran Lisboa y al norte del país. El exceso de coches, en su mayoría de gasolina, es el principal problema portugués. En el 2009 se presentó el Plan Director Municipal de Lisboa en el que se incluía como objetivo reducir en 15%, hasta el 2020, el número de vehículos que diariamente entran en la capital.
- Según un artículo de la revista Trébol de MAPFRE [\[REF.16\]](#), en España el sector transporte es el responsable de un 30 % de las emisiones totales de CO₂. Una de las medidas adoptadas para la reducción de este tipo de emisiones es la conducción ecológica. El Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE) [\[REF.17\]](#) junto con la Dirección General de Tráfico (DGT) [\[REF.18\]](#) y cursos y programas de formación están llevando a cabo un nuevo estilo de conducción más eficiente en el que se obtienen como resultados:
 - Ahorros del carburante del 15%.
 - Reducción de contaminación ambiental.
 - Reducción de contaminación acústica.
 - Aumento de confort en el vehículo
 - Ahorro en costes de mantenimiento



- Aumento de la seguridad en la conducción.

Otra medida adoptada, es la implantación de vehículos sostenibles, ya sean vehículos híbridos, vehículos de hidrógeno o vehículos eléctricos. Y por último, la disminución del peso del vehículo utilizando nuevos tipos de soldadura, espesores de chapa más pequeños o materiales más ligeros como la fibra de carbono, ya que la energía necesaria para que un turismo de masa “m” (kg) alcance una velocidad “V” (km/h) es:

$$E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$$

Si se considera que no se quiere reducir la velocidad de circulación, la única manera que se tiene para que la energía sea menor, y por tanto también lo será el consumo energético y las emisiones, es que la masa “m” del vehículo sea lo más reducida posible.



4. ESTUDIO DEL PARQUE AUTOMOVILÍSTICO DE ESPAÑA EN EL AÑO 2014.

En el año 2014, el 50% de todos los turismos que circulan por España tienen más de 10 años de antigüedad. Esto quiere decir que 11 millones de conductores en España pilotan estos vehículos. La edad media en este año está por encima de los 11 años, exactamente en 11,3 años según la Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (Anfac) [\[REF.19\]](#), pero se prevé que vaya a más. Según Audatex [\[REF.20\]](#), empresa especializada en valoración de siniestros, en 2017 se estima que el 67% del parque automovilístico supere los 10 años de antigüedad (más de 16 millones de turismos). La edad media en 2017 ascendería a 11,6 años y en 2021 ya habría alcanzado los 12,1 años de antigüedad.

Con todos estos datos se puede ver que las previsiones futuras van en contra de las medidas que pretendían ser adoptadas por España, donde se buscaba modernizar el Parque Automovilístico con vehículos sostenibles o vehículos con mejores diseños para disminuir la cantidad de emisiones de CO₂.

Para poder estudiar las emisiones que tiene el Parque Automovilístico que hay en España, lo primero que se debe conocer es la cantidad de vehículos que lo forman y el tipo de combustible que utilizan estos automóviles. En este proyecto únicamente se estudiarán los turismos, puesto que son los automóviles que tienen un mayor potencial para ser modificados. Según la Dirección General de Tráfico (DGT) [\[REF.18\]](#), estos son los turismos que hay en el año 2014 en circulación por España, ver Tabla 1.

Parque Automovilístico 2014 (Turismos)			
Año	Gasolina	Gasóleo	Total
1.994	208.739	82.328	291.067
1.995	189.616	105.337	294.953
1.996	229.005	164.820	393.825
1.997	291.681	242.104	533.785
1.998	364.983	369.528	734.511
1.999	466.486	518.589	985.075
2.000	475.699	576.308	1.052.007
2.001	544.693	616.137	1.160.830
2.002	465.106	655.919	1.121.025
2.003	479.367	772.341	1.251.708
2.004	488.601	946.643	1.435.244
2.005	468.988	1.023.702	1.492.690
2.006	446.209	1.038.454	1.484.663
2.007	425.984	1.021.871	1.447.855
2.008	313.647	719.024	1.032.671
2.009	271.680	637.159	908.839
2.010	257.451	648.873	906.324
2.011	209.328	507.158	716.486
2.012	187.533	431.927	619.460
2.013	217.609	454.680	672.289
2.014	220.841	426.649	647.490
TOTAL	9.802.158	12.265.716	22.067.874

Tabla 1: Turismos del Parque automovilístico en España en el año 2014. Fuente: DGT

Se observa que en el Parque Automovilístico del año 2014 hay más de 22 millones de turismos, incluso vehículos con fecha de matriculación del 1994. Es decir, aún quedan turismos en circulación con 20 años de antigüedad, vehículos que hacen subir la edad media del Parque Automovilístico.

5. MODELACIÓN DE VEHÍCULOS DE COMBUSTIÓN INTERNA EN GREET.

Una vez que se conoce de cuantos automóviles está conformado el Parque Automovilístico de España, a continuación se va a proceder a modelar estos turismos. Para ello se utilizará un software proporcionado por Argonne [\[REF.1\]](#), un centro de la ciencia y la ingeniería de investigación cuyo objetivo es hacer frente a desafíos nacionales importantes en energía limpia, medio ambiente, tecnología y seguridad nacional. Este programa se denomina GREET y en él se modelará el vehículo para cada tipo de carburante y cada año de matriculación. En el Anexo 1 [\[Ver Anexo1\]](#) se hace una breve descripción de este programa.

5.1. MODELACIÓN VEHÍCULOS DE GASOLINA

Se comenzará modelando el turismo de gasolina del año 1994. Todos los turismos se han modelado por las “Normas Euro” [\[REF.8\]](#), es decir, según las limitaciones máximas permitidas por la Unión Europea y según los factores de emisión (emissions factors) que proporciona el GREET para los diferentes tipos de vehículos [\[REF.21\]](#). Los datos que aparecen en este archivo se encuentran expresados en gramos/milla, por lo que se han convertido a unidades utilizadas en España sabiendo que 1 milla es igual a 1,6 km aproximadamente.

En la Tabla 2 se pueden observar las “Normas Euro” establecidas para los vehículos de gasolina:

Limitaciones a las emisiones para vehículos nuevos con motor de gasolina						
	válido a partir de	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	HC+NOx (g/km)	PM
Euro I	01/12/1992	2,72	-	-	0,97	-
Euro II	01/01/1997	2,20	-	-	0,50	-
Euro III	01/01/2000	2,30	0,20	0,15	-	-
Euro IV	01/01/2005	1,00	0,10	0,08	-	-
Euro V	01/09/2009	1,00	0,10	0,06	-	0,005
Euro VI	01/08/2014	1,00	0,10	0,06	-	0,005

Tabla 2: Limitaciones a las emisiones para vehículos con motor de gasolina. Fuente: NGK.

Otro dato necesario para la modelación de los turismos en GREET es el consumo que van a tener estos vehículos. En los últimos años, el consumo medio del vehículo se ha reducido considerablemente, estando incluso por debajo de los 5L/100km, pero en el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) [\[REF.17\]](#) se puede ver que hay turismos con un consumo muy superior, como por ejemplo la marca Corvette que alcanza los 15L/100km, algunos Jaguar con 11,3L/100km o Ferrari con 20,5L/100km. Por esto, se va a suponer que todos los vehículos de gasolina van a tener un consumo medio de **8,1L/100km**.

5.1.1. Modelación turismo gasolina año 1994.

En la Imagen 1 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro I y los factores de emisión para los turismos de gasolina de este año.

regular

Energy consumption			Exhaust Emissions		Other Emissions		Fuel - Pathway Specifications	
	Value	% of Baseline		Emission Factor		Emission Factor		
MPGGE:	12,346 km/L	100,00%	VOC	529,000 mg/km	PM10_TBW	11,188 mg/km	Add New Fuel	
Consumption:	0,081 L/km		CO	2,700 g/km	PM2.5_TBW	2,875 mg/km	Conventional Gasoline	
Urban share:	0,670		NOx	0,000 g/m	VOC_evap	291,000 mg/km	Pathway Mix: Gasoline v 100,000	
			PM10	0,000 g/m				
			PM2.5	0,000 g/m				
			CH4	30,000 mg/km				
			N2O	23,875 mg/km				

Imagen 1: Creación del vehículo de gasolina en GREET del año 1994.

En la Imagen se pueden apreciar diferentes datos. En la primera columna se encuentran datos relaciones con el consumo de energía. El primer valor son las Millas por galón equivalente de gasolina (MPGGE), el valor de “Consumption” es el consumo de turismo y el “Urban Share” es el tiempo estimado que el vehículo va a circular por la ciudad. Se ha dejado el valor por defecto que proporcionaba el GREET, siendo este el 67% del tiempo de vida del vehículo.

En la segunda columna aparecen las emisiones de escape que tiene el turismo. Los compuestos orgánicos volátiles (VOC), el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), materia particulada de diferentes tamaños (PM10 y PM2.5), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O).

En la tercera columna aparecen otras emisiones de la materia particulada provocadas por los neumáticos y desgaste de frenos (PM10_TBW y PM2.5_TBW) y compuestos orgánicos volátiles evaporados (VOC_evap).

En la última columna se pueden elegir los mix de los que está compuesto el fuel necesario para el vehículo. Para estos turismos se ha elegido la gasolina convencional proporcionada por el GREET.

En la Tabla 3 se observan los resultados obtenidos en el GREET. Hay que destacar que GREET, al modelar los turismos, da como resultado dos columnas. La primera de ellas muestra los resultados relacionados únicamente con las operaciones de los vehículos, mientras que la segunda muestra los resultados totales del proceso, donde se incluyen el proceso de refinado y el transporte desde la refinería hasta el punto de suministro.

COCHE DE GASOLINA AÑO 1994		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	469,792Wh	601,155Wh
EMISIONES		
VOC	529 mg	576,395 mg
CO	2,720 g	2,745 g
NOx	0 mg	95,323 mg
PM10	0 mg	11,491 mg
PM2,5	0 mg	7,585 mg
SOx	1,985 mg	60,845 mg
CH4	30 mg	218,472 mg
CO2	116,292 g	150,372 g
N2O	23,875 mg	29,836 mg
Gas efecto Invernadero	122,743 g	163,442 g
URBANO		
VOC	354,430 mg	357,697 mg
CO	1,809 g	1,815 g
NOx	0 mg	17,187 mg
PM10	0 mg	3,344 mg
PM2,5	0 mg	2,036 mg
SOx	1,330 mg	14,638 mg
CH4	20,100 mg	25,257 mg
CO2	77,916 g	89,804 g
N2O	15,996 mg	16,161 mg

Tabla 3: Resultados de un coche de gasolina del año 1994 en GREET.

Se puede observar que los turismos con fecha de matriculación de 1994 tienen unas emisiones de 150,372 g/km de CO₂. En comparación con los 130 g/km por vehículo, fijado por el Parlamento Europeo [\[REF.13\]](#), estos turismos emiten 20 g/km de CO₂ por encima de la media.

En el Anexo 2 [\[Ver Anexo2\]](#) se modelarán el resto de vehículos de gasolina que se encuentran en el Parque Automovilístico.

5.2. MODELACIÓN VEHÍCULOS DE GASÓLEO

Al igual que se ha hecho con los turismos de gasolina, a continuación se va a modelar el turismo diesel con fecha de fabricación de 1994. Estos vehículos también se han modelado según las “Normas Euro” [\[REF.8\]](#) y según los factores de emisión (emissions factors) que proporciona el GREET para los diferentes tipos de vehículos [\[REF.21\]](#).

Para los vehículos diesel, los factores de emisión del GREET solo aparecen a partir del año 2001. Por tanto, se ha supuesto que todos los vehículos con fecha de matriculación anterior al año 2001, se modelarán según las limitaciones máximas permitidas y utilizando valores de emisión para los coches modelados en dicho año.

En la Tabla 4 se pueden observar las “Normas Euro” establecidas para los vehículos diesel:

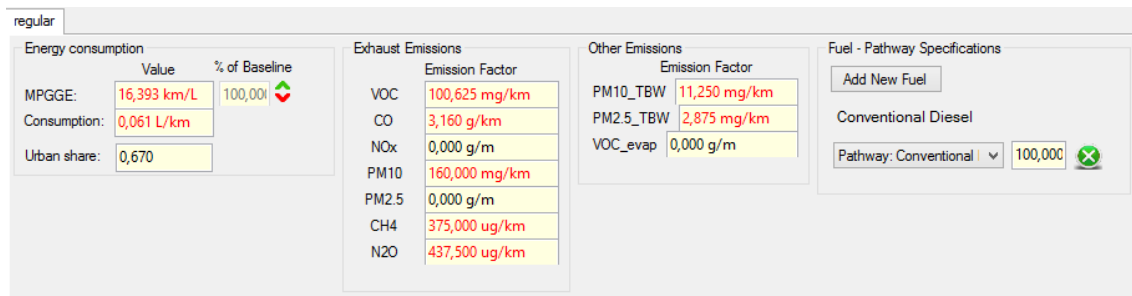
Limitaciones a las emisiones para vehículos nuevos con motor diesel						
	válido a partir de	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	HC+NOx (g/km)	PM
Euro I	01/12/1992	3,16	-	-	1,13	0,14
Euro II	01/01/1997	1,00	0,15	0,55	0,70	0,08
Euro III	01/01/2000	0,64	0,06	0,50	0,56	0,05
Euro IV	01/01/2005	0,50	0,05	0,25	0,30	-
Euro V	01/09/2009	0,50	0,05	0,18	0,23	0,005
Euro VI	01/08/2014	0,50	0,09	0,08	0,17	0,005

Tabla 4: Limitaciones a las emisiones para vehículos con motor diesel. Fuente: NGK

Además, examinando los turismos diesel en el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) [\[REF.17\]](#) tal y como se ha hecho en los vehículos de gasolina, se va a suponer que todos los vehículos diesel tienen un consumo medio de **6,1L/100km**, ya que hay turismos que alcanzan los 8,2 L/100km como el Mitsubishi Montero, los 7,1 L/100km del Fiat Scudo o los 6,2 L/100km del Honda Accord entre otros. Teniendo en cuenta estos turismos, y que la mayoría de los vehículos diesel tienen un consumo medio próximos a los 5L/100km se van a suponer los 6,1L/100km mencionados.

5.2.1. Modelación turismo diesel año 1994.

En la Imagen 2 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro I y los factores de emisión para los turismos diesel del año 2001 como se ha mencionado anteriormente.



The screenshot shows the GREET software interface for a 1994 diesel car. The 'regular' tab is selected. The 'Energy consumption' section shows MPGGE at 16,393 km/L (100,00% of baseline) and Consumption at 0,061 L/km. The 'Exhaust Emissions' section lists factors for VOC (100,625 mg/km), CO (3,160 g/km), NOx (0,000 g/m), PM10 (160,000 mg/km), PM2.5 (0,000 g/m), CH4 (375,000 ug/km), and N2O (437,500 ug/km). The 'Other Emissions' section lists factors for PM10_TBW (11,250 mg/km), PM2.5_TBW (2,875 mg/km), and VOC_evap (0,000 g/m). The 'Fuel - Pathway Specifications' section shows 'Conventional Diesel' and 'Pathway: Conventional' with a value of 100,000.

Imagen 2: Creación del vehículo diesel en GREET del año 1994.

En la Tabla 5 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DIESEL AÑO 1994		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	519,810Wh	637,112Wh
EMISIONES		
VOC	100,625 mg	115,619 mg
CO	3,160 g	3,183 g
NOx	0 mg	94,315 mg
PM10	140,000 mg	150,219 mg
PM2,5	0 mg	7,414 mg
SOx	17,492 mg	74,158 mg
CH4	375,000 µg	206,578 mg
CO2	133,419 g	165,816 g
N2O	437,500 µg	865,709 µg
Gas efecto Invernadero	138,838 g	176,546 g
URBANO		
VOC	67,419 mg	71,003 mg
CO	2,117 g	2,124 g
NOx	0 mg	18,593 mg
PM10	107,200 mg	110,863 mg
PM2,5	0 mg	2,227 mg
SOx	11,720 mg	26,125 mg
CH4	251,250 µg	5,499 mg
CO2	89,390 g	102,357 g
N2O	293,125 µg	473,279 µg

Tabla 5: Resultados de un coche diesel del año 1994 en GREET.

Los turismos diesel con año de matriculación de 1994 también sobrepasan los 130 g/km de CO₂ fijados por el Parlamento Europeo [\[REF.13\]](#). Estos turismos emiten 165,816 g/km de CO₂, casi 36 g/km más que los permitidos para el año 2015. En comparación con el turismo de gasolina del mismo año de matriculación, como era de esperar, estos turismos emiten más cantidad de CO₂ por km recorrido.

En el Anexo 3 [\[Ver Anexo3\]](#), se modelarán el resto de vehículos diesel del Parque Automovilístico de España.

5.3. TABLAS DE RESULTADOS EMISIONES DE CO₂.

Utilizando las tablas del Anexo 2 [\[Ver Anexo2\]](#) y del Anexo 3 [\[Ver Anexo3\]](#) obtenidas por el GREET después de modelar todos los turismos de gasolina y los turismos diesel, en la Tabla 6 se pueden observar las emisiones de CO₂ que tiene cada turismo según su fecha de matriculación.

EMISIONES CO ₂ (g/km)				
Año matriculación	Gasolina	Diesel		
1994	150,372	165,816	}	Euro I
1995	150,518	165,816		
1996	151,497	165,816		
1997	152,389	169,211	}	Euro II
1998	152,829	169,211		
1999	152,856	169,211		
2000	152,766	169,776	}	Euro III
2001	153,069	169,776		
2002	153,226	169,778		
2003	153,121	169,778		
2004	153,175	169,779		
2005	155,226	169,999	}	Euro IV
2006	155,298	170,183		
2007	155,309	170,192		
2008	155,304	170,194		
2009	155,333	170,194	}	Euro V
2010	155,332	170,004		
2011	155,327	170,003		
2012	155,323	170,006		
2013	155,324	170,007		
2014	155,327	170,007	}	Euro VI

Tabla 6: Emisiones de CO₂ incluyendo las fuentes.



Observando la Tabla 6, hay que hacer dos apreciaciones. Puede resultar llamativo que a pesar de que las “Normas Euro” se han ido restringiendo, las emisiones de CO₂ se han incrementado con el paso de los años. Sin embargo, hay que aclarar que en esas emisiones están incluidos las fuentes y todo el proceso de refinería para la obtención de la energía. También cabe destacar que cada vehículo del Parque Automovilístico de España en el año 2014 tiene unas emisiones de CO₂ superiores a las permitidas por el Parlamento Europeo [\[REF.13\]](#). Por esta razón, se debe buscar alguna estrategia para reducir estas emisiones.

6. COSTE AMBIENTAL DEL PARQUE AUTOMOVILÍSTICO EN ESPAÑA EN EL AÑO 2014.

El objetivo de este apartado es estudiar las emisiones que tiene cada vehículo del Parque Automovilístico según su fecha de matriculación para poder analizar si se cumplen las emisiones fijadas por la Unión Europea.

Es necesario conocer que para estudiar los contaminantes de los vehículos, no solo hay que tener en cuenta las emisiones de estos, sino también todas las emisiones que se producen en el proceso de refinado y en el transporte desde la refinería hasta el punto de suministro. GREET proporciona una columna donde incluye todos estos procesos.

Las emisiones en los vehículos son mayores en las ciudades, sobre todo de contaminantes como el óxido de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO₂) y materia particulada (PM), ya que pueden ser perjudiciales para la salud. Basándose en los resultados obtenidos del GREET, se va a calcular el impacto ambiental que tienen los vehículos de gasolina, los vehículos diesel y los vehículos eléctricos del parque automovilístico actual.

Los gases que más afectan al efecto invernadero son el dióxido de carbono (CO₂) y el metano (CH₄), aunque este último en menor medida.

El GREET proporciona directamente la cantidad de gas de efecto invernadero que emite el vehículo, por lo que se utilizará ese valor. Este programa se basa en el dióxido de carbono (CO₂), en el metano (CH₄) y en el dióxido de nitrógeno (N₂O) para calcular dichos gases.

6.1. DEFINICIÓN DE LAS PARTÍCULAS EMITIDAS

En primer lugar se definirán cada una de las partículas que emiten los turismos a la atmósfera. La combustión de los carburantes genera gases que son expulsados al medio ambiente. Los gases que se van a estudiar son los dióxidos de carbono (CO₂), los óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos que contienen azufre (SO_x), la Materia Particulada (PM) y los hidrocarburos sin quemar (HC's).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) [\[REF.22\]](#) define cada una de estas partículas de la siguiente forma:

6.1.1. Materia Particulada (PM)

En la Materia Particulada se pueden encontrar dos tipos de partículas, las PM₁₀ y las PM_{2.5}. Son partículas en suspensión en el aire de origen natural si son mayores de 10 μm o provenientes de la combustión si su diámetro está entre 1-10 μm. Las PM_{2.5} son partículas muy finas cuyo diámetro es igual o inferior a 2,5 μm.

Las PM₁₀ son partículas gruesas, cuya composición puede ser silicatos y alúminos, metales pesados y material orgánico asociado a partículas de carbono. En el caso de ser respiradas sufren deposición inercial en la nariz o garganta, quedando atrapadas en las mucosas.

En las PM_{2.5} su composición son metales pesados y compuestos orgánicos. Su origen está principalmente en fuentes de carácter antropogénico, como las emisiones de los vehículos

diesel. Su tamaño hace que sean respirables, penetrando en el sistema respiratorio pudiéndose depositar en los alveolos pulmonares, incluso pueden llegar al torrente sanguíneo.

Dichas partículas están asociadas a numerosos efectos negativos sobre la salud, como el aumento de enfermedades respiratorias (bronquitis) y la disminución del funcionamiento pulmonar.

- Límites máximos en el aire

Los valores fijados de estas partículas según la Organización Mundial de la Salud (OMS) son de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de media anual y $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de media diaria para las $\text{PM}_{2.5}$, y de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de media anual y $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de media diaria para las PM_{10} .

Por ejemplo, en la Comunidad de Madrid, el valor de la concentración media diaria de $\text{PM}_{2.5}$ durante el año es de $19,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

- Efectos sobre la salud

Según la OMS, para valores medios anuales de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ se ha detectado asociación entre efectos cardiopulmonares y mortalidad por cáncer de pulmón debido a la exposición prolongada a $\text{PM}_{2.5}$.

6.1.2. Óxidos de nitrógeno (NO_x)

De todos los tipos de óxidos de nitrógeno, el monóxido de Nitrógeno (NO) y el dióxido de Nitrógeno (NO_2) son reconocidos como contaminantes atmosféricos. Juntos se denominan NO_x .

Las fuentes antropogénicas de los NO_x son del orden del triple de las naturales. Las principales fuentes de estas emisiones antropogénicas son los procesos de combustión, como por ejemplo las calefacciones y los motores de los vehículos entre otros). Se produce por la combinación de temperatura, oxígeno y nitrógeno en el interior de los cilindros. Las moléculas de nitrógeno del aire por efecto de las altas temperaturas en la cámara de combustión se combinan con las del oxígeno.

- Límites máximos en el aire

El valor medio máximo anual para la concentración de los óxidos de nitrógeno en la atmósfera es de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentración máxima de NO_x en la atmosfera durante una hora no debe superar los $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

- Efectos en el ambiente

El NO_2 es un potente gas de efecto invernadero, 200 veces superior al CO_2 y su tiempo de permanencia en la atmósfera es de 150 años y además produce lluvia ácida. El dióxido reacciona con el agua para formar ácido nítrico que resulta ser un ácido corrosivo.

En concentración de 0,25 ppmv causa un apreciable efecto en la visibilidad (gas pardo-rojizo).



Imagen 3: Contaminación en la Comunidad de Madrid.

- Efectos sobre la salud

Los óxidos de nitrógeno son en general muy reactivos y al inhalarse afectan al sistema respiratorio. El NO_2 afecta principalmente a los pulmones, impidiéndoles realizar algunas de sus funciones. Asimismo, la exposición crónica a bajas concentraciones de NO_2 se ha asociado con un incremento en las enfermedades respiratorias crónicas, el envejecimiento prematuro del pulmón y con la disminución de su capacidad funcional.

6.1.3. Hidrocarburos sin quemar (HC's)

Los HC's denominados compuestos orgánicos volátiles son hidrocarburos sin quemar provenientes de la combustión. Uno de ellos es el Metano (CH_4).

Las emisiones de CH_4 de origen antropogénico son el doble que las de origen natural.

- Límites máximos en el aire

Dado que los hidrocarburos son de composición muy distinta y sus efectos son primordialmente debido a los contaminantes secundarios que originan, la Unión Europea no los regula explícitamente.



- Efectos en el ambiente.

El CH_4 es un gas de efecto invernadero relativamente potente, es 23 veces superior al CO_2 y su tiempo de permanencia es de 100 años.

Los HC's en conjunto con los óxidos de nitrógeno (HC's + NO_x), forman oxidantes fotoquímicos. Estos son componentes del smog o niebla fotoquímica, la cual es dañina para la salud del hombre, animales y plantas.

6.1.4. Óxidos de azufre (SO_x)

El dióxido y trióxido de azufre (SO_2 y SO_3 respectivamente) son los gases contaminantes más frecuente de la atmósfera, aunque tan solo el 3% de estos gases proceden del transporte. El SO_2 es un gas incoloro con un olor penetrante que se genera con la combustión de fósiles como el carbón y el petróleo. La principal fuente antropogénica es la combustión de estos fósiles usados para la calefacción doméstica, la generación de electricidad y los vehículos a motor.

Los combustibles contienen azufre que al arder genera SO_2 . La mayoría de los combustibles usados para el transporte están reformulados y no contienen azufre.

- Límites máximos en el aire

Según la OMS, los valores fijados en las Directrices para el SO_2 son de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de media diaria y de $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de media en 10 minutos.

Anteriormente la media diaria de SO_2 estaba en $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pero se ha decidido disminuir a los $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ debido a que se requiere mayor grado de protección, a los efectos nocivos sobre la salud asociados a niveles muy inferiores a los aceptados hasta ahora por y por la posible reducción de concentraciones de otros contaminantes.

- Efectos en el ambiente

El SO_2 mediante los cambios catalíticos y fotoquímicos en la atmósfera junto con un ambiente cálido y húmedo favorece la formación de ácido sulfúrico en forma de gotas, que es responsable de la corrosión de metales, plásticos y fibras sintéticas.

La lluvia ácida puede conducir a la deforestación y al agua superficial. Dicha lluvia puede ocurrir a cientos de kilómetros de la fuente generadora.

- Efectos sobre la salud

El SO_2 puede afectar al sistema respiratorio y las funciones pulmonares, además de que puede causar irritación en los ojos. La inflamación del sistema respiratorio provoca tos, secreción mucosa y agravamiento del asma y la bronquitis crónica.

El dióxido de azufre es un gas irritante para las vías respiratorias a partir de 3 ppmv. La presencia de oxidantes fuertes en la atmósfera irritan las vías respiratorias pero la presencia de estas sustancias en la atmósfera es baja, del orden de 10 ppmv.

6.2. COSTE AMBIENTAL VEHÍCULOS DE GASOLINA

A continuación se estudiará el coste ambiental según el año de matriculación de cada vehículo, atendiendo a los óxidos de nitrógeno, los óxidos de azufre, la materia particulada y los gases de efecto invernadero, haciendo un estudio aparte del dióxido de carbono.

Para realizar estos estudios, es necesario conocer cuántos km diarios recorre un turismo. Habitualmente, la población busca una vivienda cerca del trabajo, por comodidad y ahorro de tiempo. En la Imagen 4 se observa como con una circunferencia de radio de 25 km en la C. de Madrid ocupa casi todo el terreno de ésta, por lo que se supondrá que los turismos realizan 50 km diarios de media.

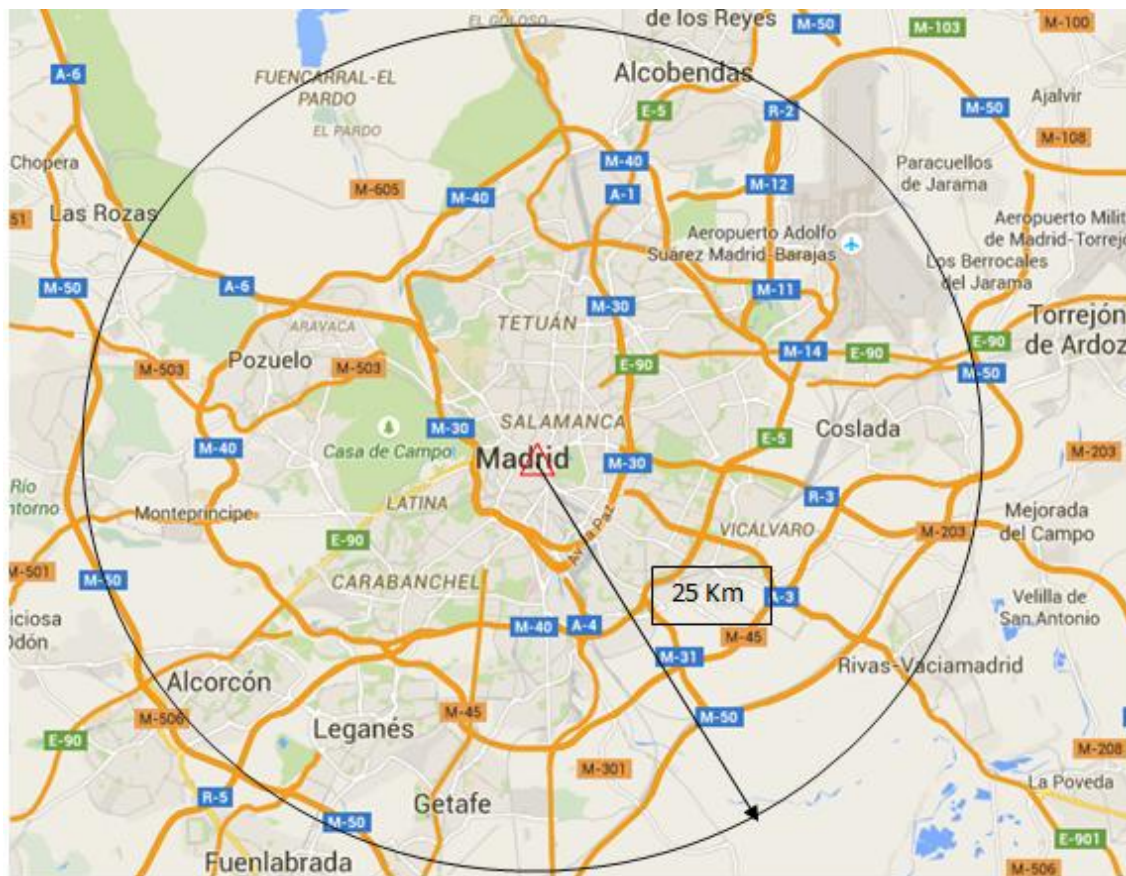


Imagen 4: Rango de desplazamientos de 25 km de radio del mapa de la Comunidad de Madrid

6.2.1. Coste ambiental turismo gasolina año 1994.

En la Tabla 3 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 17,187 mg
- SOx: 14,638 mg
- PM₁₀: 3,344 mg
- PM_{2.5}: 2,036 mg
- CO₂: 150,372 g



Este tipo de vehículos emite en total 163,442 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$163,442 \frac{g}{km} \times 50 km = 8.172,1 g = 8,17 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,17 kg \times 365 \text{ días} = 2.982,05 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 1994.

$$\begin{aligned} 2.982,05 kg \times 208.739 \text{ turismos} &= 622.470.135 kg \\ &= \mathbf{0,622 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}} \end{aligned}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$\begin{aligned} 150,372 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 \text{ días} \times 208.739 \text{ turismos} \\ = \mathbf{0,573 \text{ millones de toneladas de CO}_2.} \end{aligned}$$

En el Anexo 4 [\[Ver Anexo 4\]](#) se realizarán los cálculos correspondientes a los vehículos del resto de años de matriculación.

6.2.2. Coste ambiental total de turismos de gasolina.

En este apartado se va a comparar el total de las emisiones de este tipo de turismos según el año de matriculación que tengan y la cantidad de turismos que hay circulando actualmente en dicho año (para ello se ha utilizado los cálculos realizados en el Anexo 4). En la Imagen 5 se puede ver la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero y en la Imagen 6 las emisiones totales de CO₂.

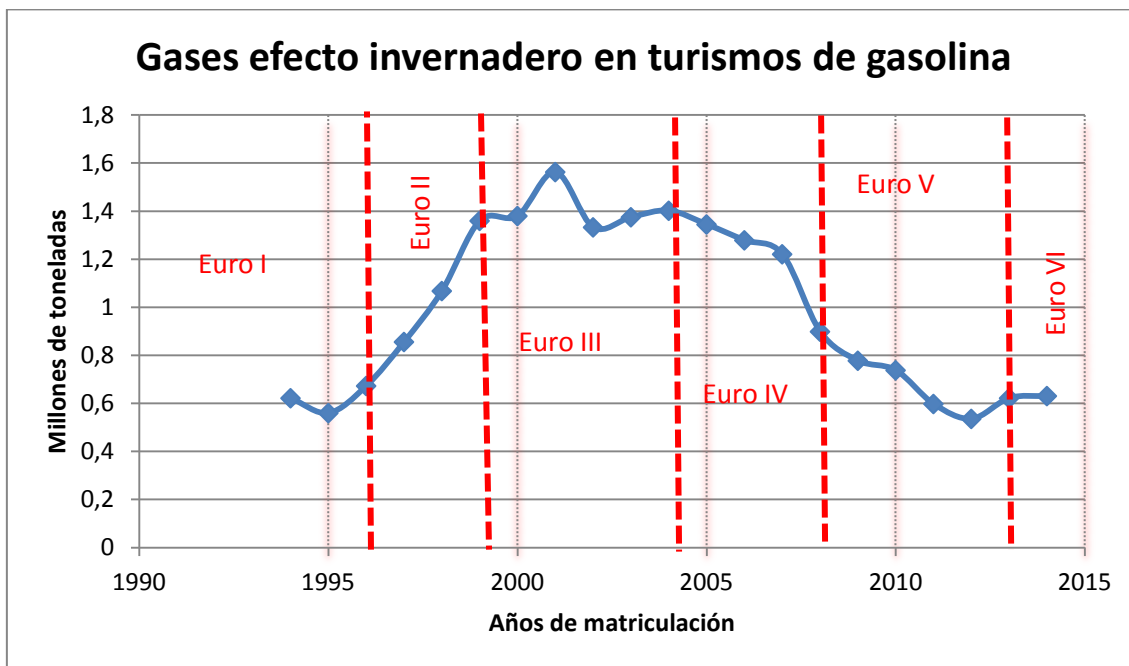


Imagen 5: Emisiones de gases de efecto invernadero en turismos de gasolina.

En los últimos años, al disminuir el número de vehículos nuevos, las emisiones de gases de efecto invernadero también han disminuido. Los turismos que más contribuyen a la contaminación de estos gases, son los turismos pertenecientes a la Euro III, entre los años de matriculación 1998 y 2007, con más de 1 millón de toneladas.

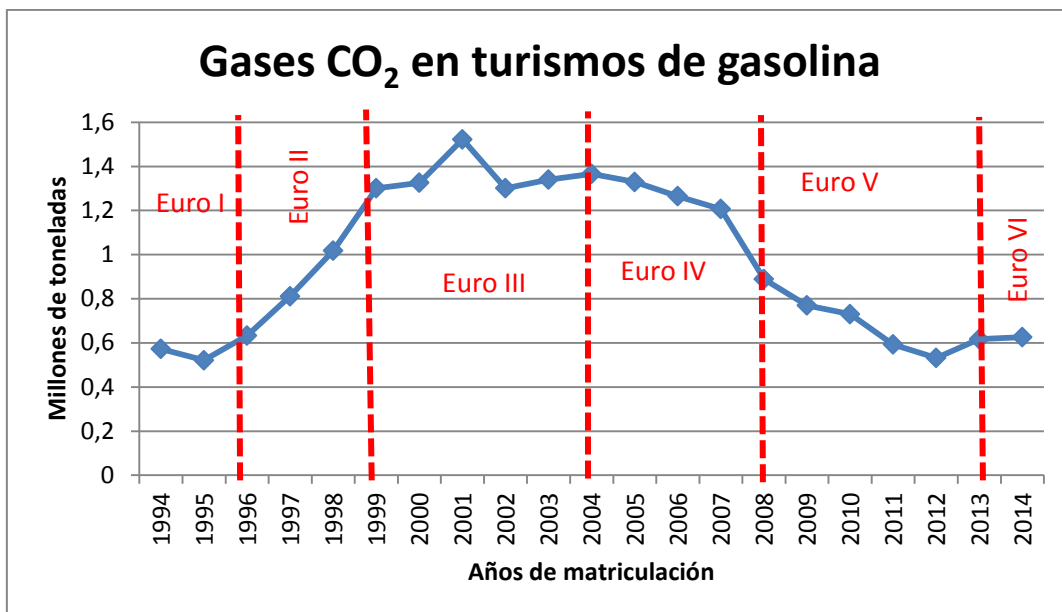


Imagen 6: Emisiones de gases de CO₂ en turismos de gasolina.

La distribución de la gráfica de CO₂ es similar a la gráfica de las emisiones de los gases de efecto invernadero, como era de esperar.

Para calcular el coste ambiental anual total de todos los vehículos de gasolina del Parque Automovilístico se ha realizado la suma de las emisiones totales que tienen todos los turismos de cada año de matriculación.

El coste ambiental del Parque Automovilístico para los vehículos de gasolina es de 20,839 millones de toneladas de gas efecto invernadero, con 20,270 millones de toneladas de CO₂.

Si este resultado se comparara con las emisiones de una central de carbón de 1GW en un año, que será aproximadamente de un 1 millón de toneladas de gases de efecto invernadero, se puede ver que sólo los turismos de gasolina del Parque Automovilístico actual genera unas emisiones equivalentes de 20 centrales de carbón.

6.3. COSTE AMBIENTAL VEHÍCULOS DE GASÓLEO

Con los turismos diesel se procederá de la misma manera. Se estudiará el coste ambiental según el año de matriculación de cada vehículo, atendiendo a los óxidos de nitrógeno, los óxidos de azufre, la materia particulada y los gases de efecto invernadero, haciendo un estudio aparte del dióxido de carbono.

6.3.1. Coste ambiental turismo diesel año 1994.

En el apartado de modelación de los vehículos se puede encontrar las emisiones que tienen los turismos con fecha de matriculación de 1994 en las zonas urbanas, ver Tabla 5:

- NOx: 18,593 mg
- SOx: 26,125 mg
- PM₁₀: 110,863 mg
- PM_{2.5}: 2,227 mg
- CO₂: 165,816 g

Este tipo de vehículos emite en total 176,546 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$176,546 \frac{g}{km} \times 50 km = 8.827,30 g = 8,83 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,83 kg \times 365 \text{ días} = 3.222,95 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 1994.

$$\begin{aligned} 3.222,95 kg \times 82.328 \text{ turismos} &= 265.339.027,6 kg \\ &= \mathbf{0,265 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}} \end{aligned}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$\begin{aligned} 165,816 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 \text{ días} \times 82.328 \text{ turismos} \\ = \mathbf{0,249 \text{ millones de toneladas de CO}_2.} \end{aligned}$$

En el Anexo 5 [\[Ver Anexo5\]](#) se realizarán los cálculos correspondientes a los vehículos diesel del resto de años de matriculación.

6.3.2. Coste ambiental total de turismos diesel.

Tal y como se ha hecho con los turismos de gasolina, en este apartado se va a comparar el total de las emisiones de vehículos diesel según el año de matriculación que tengan y la cantidad de turismos que hay circulando actualmente en dicho año. En la Imagen 7 se puede ver la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero.

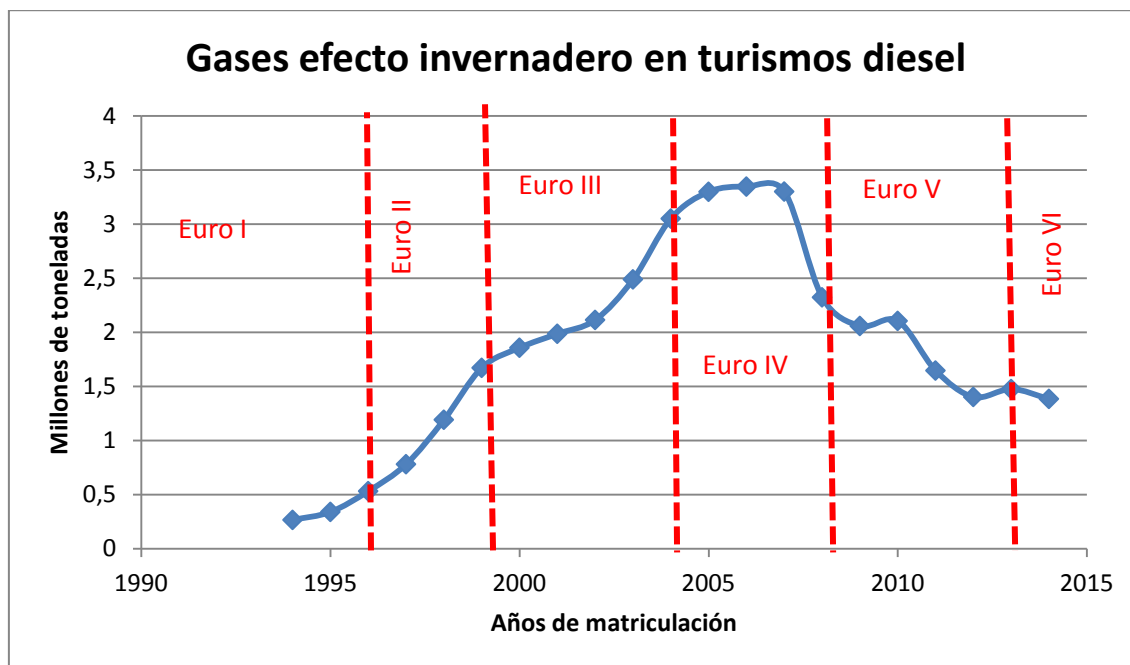


Imagen 7: Emisiones de gases de efecto invernadero en turismos diesel.

Como sucedía en los vehículos de gasolina, en los últimos años al disminuir el número de vehículos nuevos, las emisiones de gases de efecto invernadero también han disminuido. En los vehículos diesel las emisiones máximas se producen en la Euro IV, a partir de 1998, se emiten más de 1 millón de toneladas de gases de efecto invernadero, llegando a alcanzar hasta más de 3 millones de toneladas entre los años 2004 y 2007, valores muy superiores a los vehículos de gasolina.

Si se observa la Imagen 8 se aprecia que la evolución de la gráfica de emisiones de CO₂ es muy similar a la gráfica de las emisiones de gases de efecto invernadero, tal y como sucedía en los turismos de gasolina.

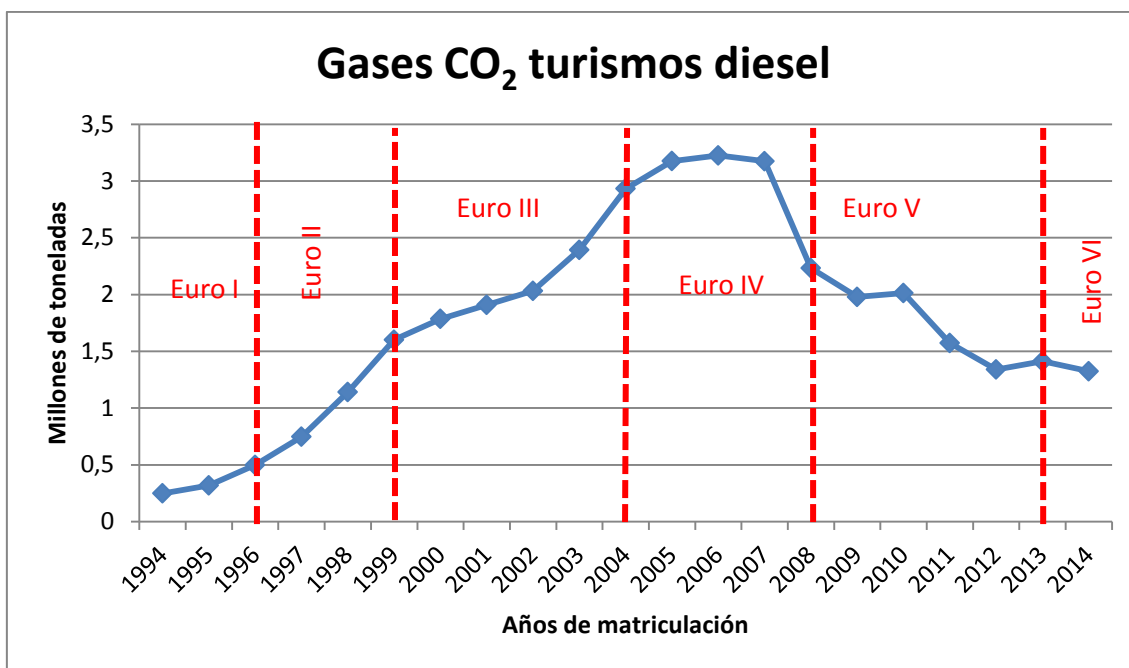


Imagen 8: Emisiones de gases de CO₂ en turismos diesel.

El coste ambiental anual de todos los vehículos diesel del Parque Automovilístico se obtiene de la misma manera que para los turismos de gasolina, es decir, sumando el total de toneladas de gas efecto invernadero que tienen los vehículos de cada año de matriculación.

El coste ambiental del Parque Automovilístico para los vehículos diesel es de 38,614 millones de toneladas de gas efecto invernadero, con 37,058 millones de toneladas de CO₂.

Al comparar este resultado con una central de carbón de 1GW en un año como se ha hecho con los vehículos de gasolina, las emisiones de los turismos diesel del Parque Automovilístico actual equivaldrían a las emisiones de 37 centrales de este tipo de combustible.

6.4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL COSTE AMBIENTAL

A continuación se va a analizar los resultados de los costes ambientales de los apartados anteriores relacionándolos con las emisiones permitidas por la Unión Europea. Primero se hará una comparación entre los turismos de gasolina y los turismos diesel de las emisiones de CO₂, y posteriormente se compararán las emisiones de los óxidos de nitrógeno, los óxidos de azufre y la materia particulada de ambos tipos de vehículos.

Si se comparan las toneladas totales de gases de efecto invernadero de los diferentes vehículos, se aprecia que los turismos de gasoil son los turismos que más contaminan con 38 millones de toneladas anuales aproximadamente frente a los casi 21 millones de toneladas de los turismos de gasolina. Si se tienen en cuenta las emisiones de CO₂ ocurre exactamente lo mismo, los vehículos diesel emiten 37,058 millones de toneladas de estas partículas frente a las 20,270 millones de toneladas de los turismos de gasolina.

Si se sumaran el total de toneladas de gases de efecto invernadero emitidas por los vehículos de combustión interna, 20,839 millones de toneladas de vehículos de gasolina y 38,614 millones de toneladas de vehículos diesel, se obtiene un total de 59,453 millones de toneladas de gases de efecto invernadero. En función del CO₂, el Parque Automovilístico actual de España tiene unas emisiones totales de 57,328 millones de toneladas de CO₂.

Las emisiones anuales del Parque Automovilístico actual es de 59,453 millones toneladas de gas efecto invernadero. Las emisiones de CO₂ son de 57,328 millones de toneladas.

El Parlamento Europeo [\[REF.13\]](#) fijó que para el año 2015 las emisiones permitidas de CO₂ son de 130 g/km. Si se sigue con la misma estimación de que cada vehículo hace una media de 50 km al día, y sabiendo que hay un total de 22.067.874 de turismos, las emisiones anuales permitidas de CO₂ son de:

$$130 \frac{g}{km} \times 50 \text{ km} \times 365 \text{ días} \times 22.067.874 \text{ turismos} \\ = 52,356 \text{ millones de toneladas de CO}_2.$$

Actualmente, el Parque Automovilístico de España emitiría 5 millones de toneladas de CO₂ por encima de las permitidas. Sabiendo que para el año 2020 estas emisiones deberán de ser de 95 g/km, el total de emisiones disminuirá a 38,260 millones de toneladas de CO₂, si se tiene en cuenta que el número de turismos fuese el mismo. Por este motivo, habrá que realizar algún cambio para conseguir reducir estas emisiones.

Ahora se compararán las partículas emitidas, como los óxidos de nitrógeno (NOx), los óxidos de azufre (SOx) y la materia particulada (PM), por los vehículos de combustión interna del mismo año de matriculación en zonas urbanas, ya que es donde más se acentúa el problema de las emisiones en los coches.

Si se comparan los óxidos de nitrógeno (NOx) se puede apreciar que los turismos diesel emiten más cantidad de estas partículas que los vehículos de gasolina.

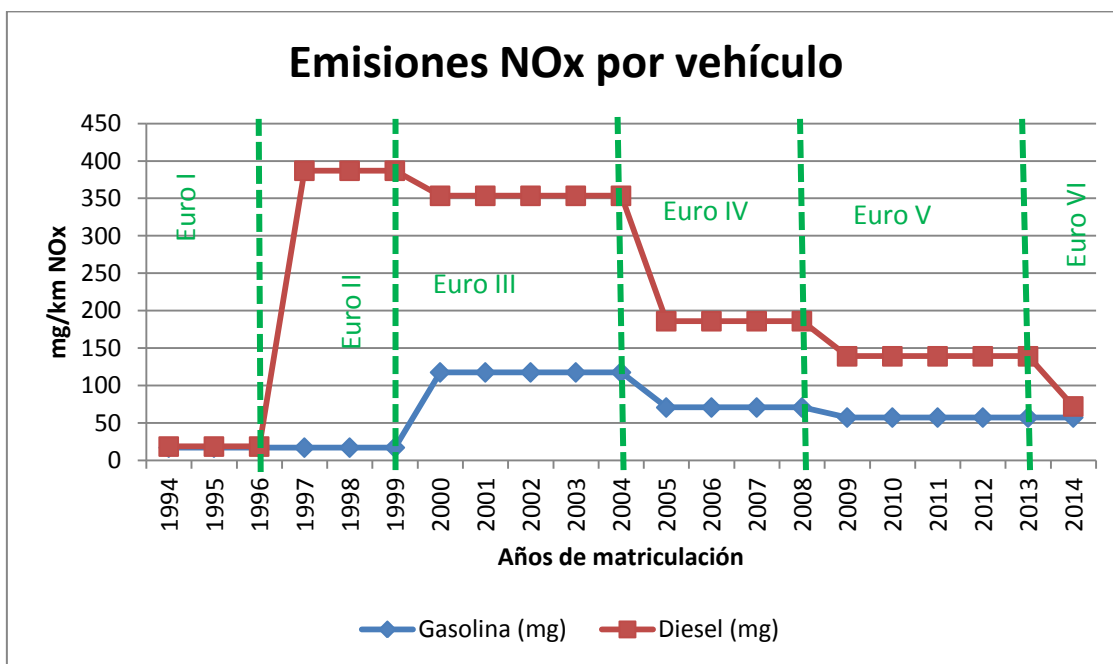


Imagen 9: Emisiones de NOx en zonas urbanas por vehículos de combustión interna.

Para realizar la Imagen 10 se han multiplicado los turismos de cada año de matriculación por las partículas emitidas en zonas urbanas de NOx de ese mismo año, que se obtienen del Anexo 2. Por ejemplo, para el año de matriculación de 1994 de los turismos de gasolina se tendrían las siguientes emisiones de óxido de nitrógeno:

$$17,187 \text{ mg} \times 208.739 \text{ turismos} = 3.587 \text{ g}$$

$$= \mathbf{3,59 \text{ kg}} \text{ de NOx de los vehículos de gasolina con fecha de matriculación de 1994.}$$

Para calcular las emisiones de los turismos diesel se procedería de la misma manera.

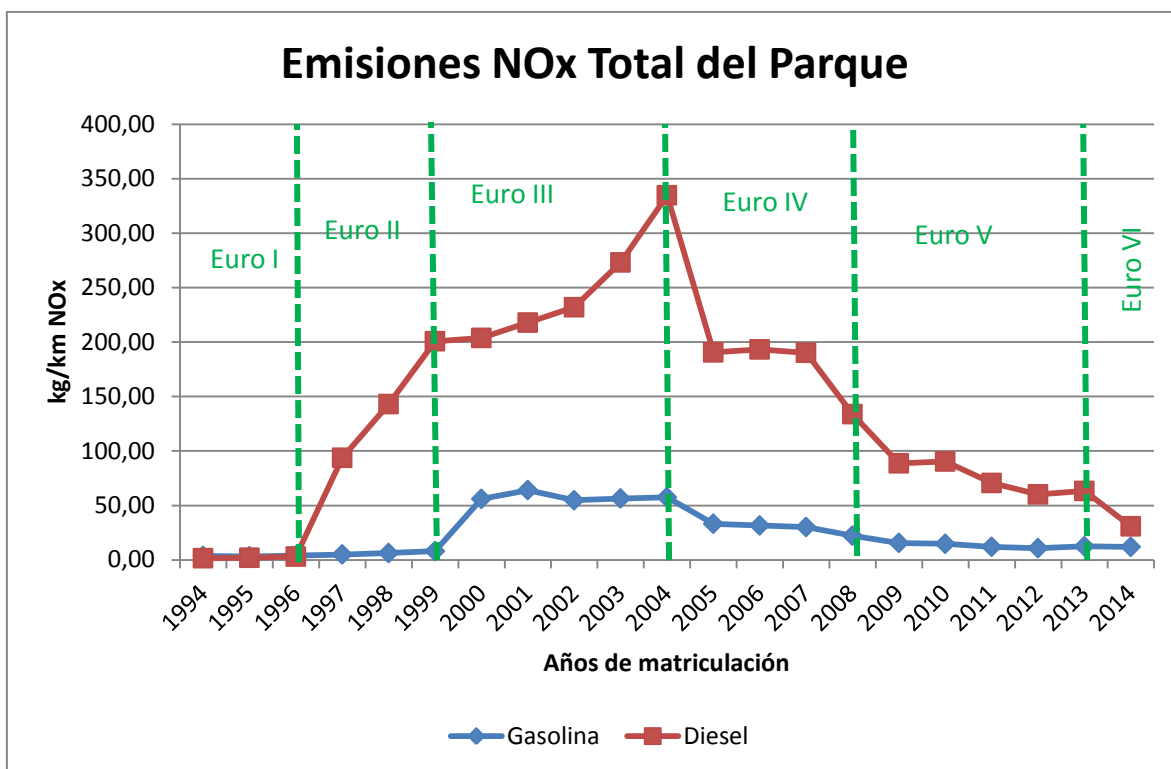


Imagen 10: Emisiones totales de NOx en zonas urbanas del Parque de vehículos de combustión interna.

Se puede apreciar que los vehículos que emiten más partículas de este tipo son los comprendidos entre los años 1999 y 2008, con las normas europeas Euro III y Euro IV. Los turismos diesel llegan a producir entre 133 y 334 kg/km mientras que los vehículos de gasolina producen entre 8 y 64 kg/km.

Si se comparan los óxidos de azufre (SOx) se puede apreciar que los turismos diesel también emiten más cantidad de estas partículas que los vehículos de gasolina.

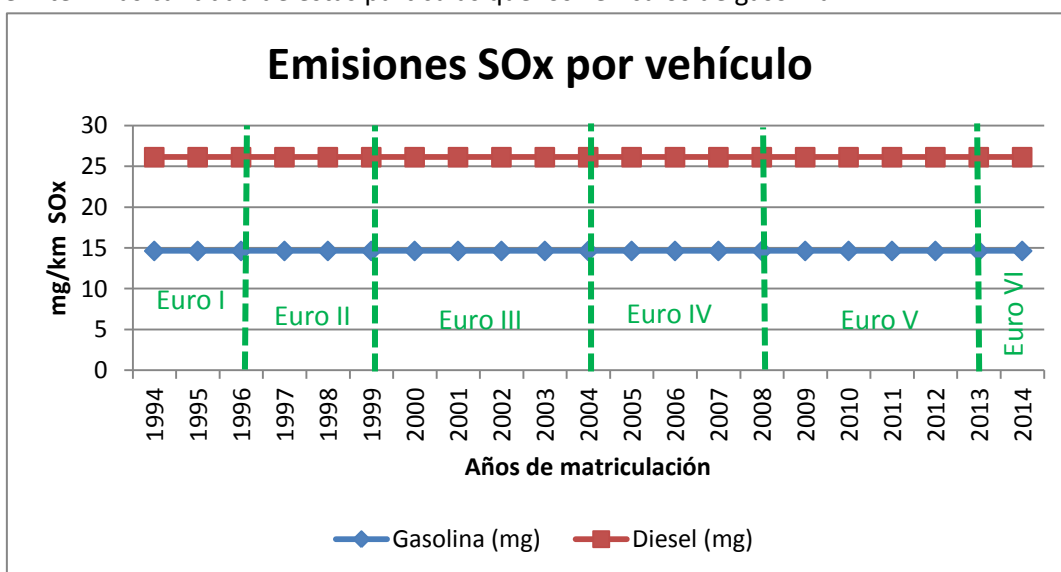


Imagen 11: Emisiones de SOx en zonas urbanas por vehículos de combustión interna.

Calculando la cantidad total de SOx emitidos por todo el Parque Automovilístico Actual en zonas urbanas, se puede apreciar en la Imagen 12 que la Euro III y la Euro IV vuelven a ser en donde más emisiones se emiten al Parque Automovilístico. En este caso, estas emisiones se deben a que hay más turismos circulando con años de matriculación entre el 2000 y el 2008, puesto que las emisiones de SOx son las mismas para todos los vehículos del mismo carburante. Los vehículos diesel llegan a emitir hasta 27 kg/km recorrido, mientras que los vehículos de gasolina no sobrepasan los 8 kg/km.

Para realizar estos cálculos, se ha procedido de la misma forma que para las partículas de óxido de nitrógeno. Por ejemplo, para las emisiones de los óxidos de azufre de los turismos de gasolina con fecha de matriculación de 1994 se tendría que:

$$14,638 \text{ mg} \times 208.739 \text{ turismos} = 3.056 \text{ g} \\ = \mathbf{3,06 \text{ kg}} \text{ de SOx de los vehículos de gasolina con fecha de matriculación de 1994.}$$

Para los turismos diesel se calcularía de la misma forma.

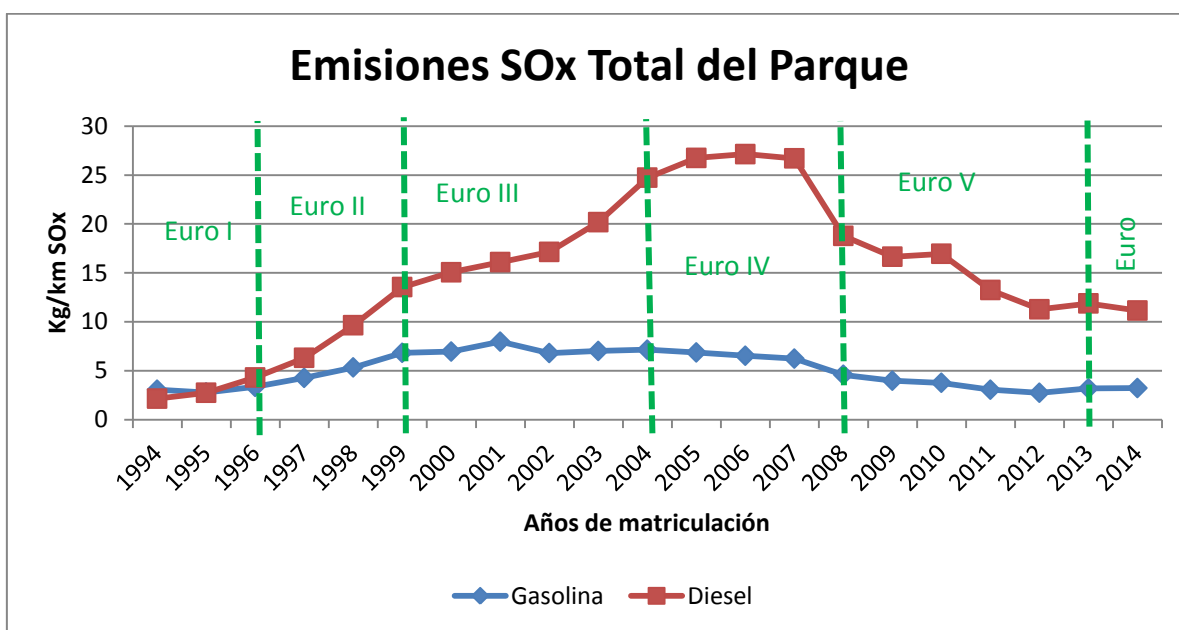


Imagen 12: Emisiones totales de SOx en zonas urbanas del Parque de vehículos de combustión interna.

Y si se comparan la materia particulada (PM) se puede apreciar que los turismos diesel vuelven a emitir más cantidad de estas partículas que los vehículos de gasolina.

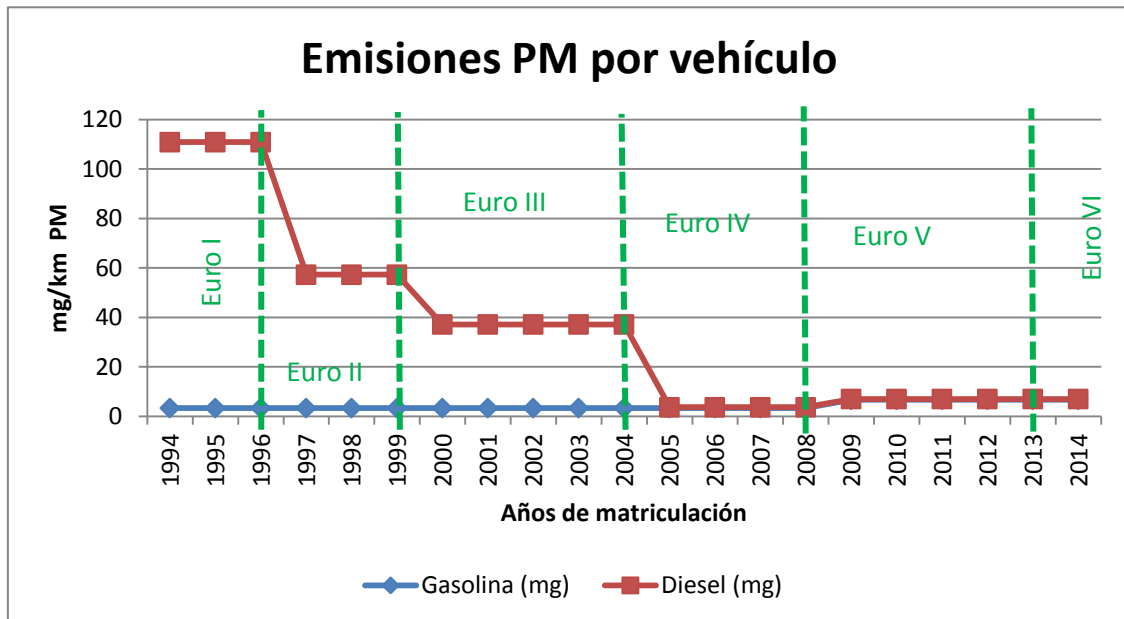


Imagen 13: Emisiones de PM en zonas urbanas por vehículos de combustión interna.

En la Imagen 14 se puede ver que los vehículos que más materia particulada emiten son los vehículos diesel, con valores muy por encima que los vehículos de gasolina. Se alcanzan valores de 29 kg/km hasta 35 kg/km, localizados en los turismos de la Euro III.

Para realizar los cálculos de las emisiones de la material particulada, se calcula de la misma manera que para las partículas anteriores. Si por ejemplo se quiere calcular las emisiones de los turismos de gasolina con fecha de matriculación de 1994 se tiene que:

$$\begin{aligned}
 &3,344 \text{ mg} \times 208.739 \text{ turismos} = 698 \text{ g} \\
 &= \mathbf{0,7 \text{ kg}} \text{ de PM de los vehículos de gasolina con fecha de matriculación de 1994.}
 \end{aligned}$$

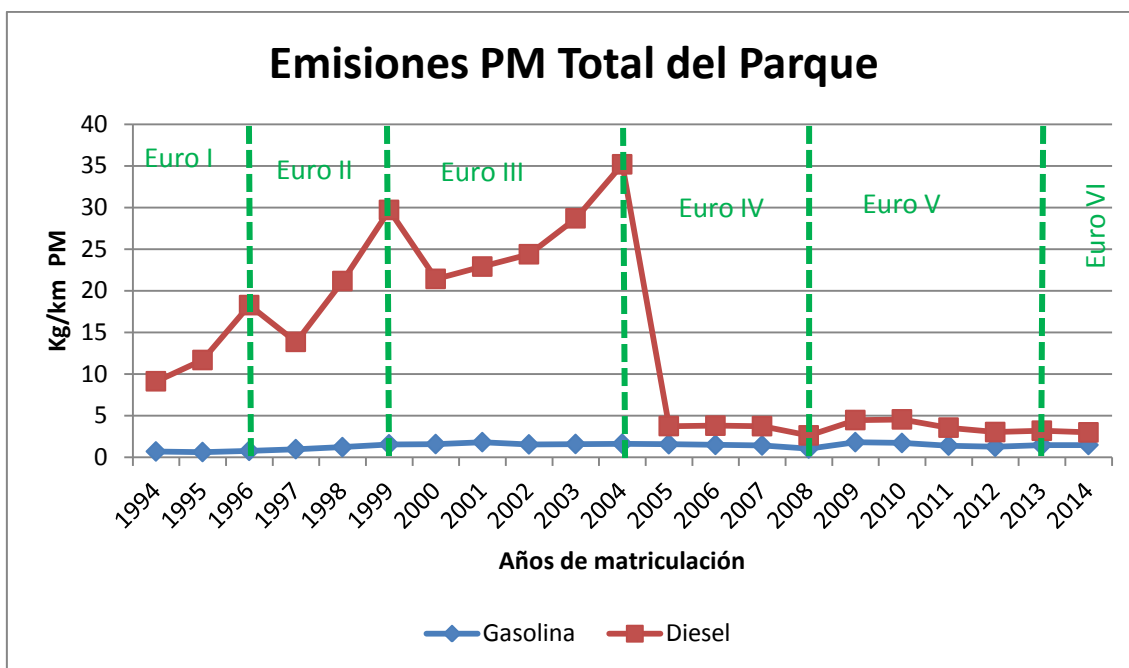


Imagen 14: Emisiones totales de PM en zonas urbanas del Parque de vehículos de combustión interna.

Si se observa la Imagen 10, Imagen 12 y la Imagen 14 se puede ver una disminución clara de las partículas a partir del año 2004, una vez entrada en vigor la Euro IV.

Esto no solo tiene que ver con la disminución en la limitación de las partículas emitidas por las “Normas Euro”, sino que la disminución de la venta de vehículos con año de matriculación de 2005 en adelante, también influye en la reducción de este tipo de partículas. Esto se puede ver en la Tabla 1, donde los coches con fecha de matriculación más reciente son muchos menos que los turismos de fecha de matriculación de 2005.

No es coincidencia que la disminución en la emisión de las partículas de las zonas urbanas debido a la disminución de la venta de vehículos, sucediera en el mismo momento en el que estalló la burbuja inmobiliaria. En torno al año 2008, se confirmó la crisis económica en España. Los habitantes se compraban una vivienda junto con un vehículo, hipotecándolo todo junto, por lo que esta crisis afectó a la hora de la compra de las viviendas y por tanto, a la compra de los turismos.

7. ESTUDIO DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO.

Como se ha visto en el apartado anterior, las emisiones del Parque Automovilístico español son superiores a las permitidas fijadas por la Unión Europea. En la introducción se vio que países como Francia, Alemania, Grecia y muchos otros han tomado medidas como los turnos de matrículas para circular, tasas para acceder al centro de la ciudad y eliminación de taxis y camionetas contaminantes.

En este trabajo, para solucionar el problema de las emisiones, se va a estudiar la posibilidad de sustituir los turismos que emitan más partículas contaminantes por vehículos eléctricos, debido a que esta clase de vehículos no realizan emisiones a la atmósfera.

Estos vehículos son impulsados por uno o varios motores eléctricos alimentados por baterías recargables. En estos turismos no se utilizan ninguna otra fuente de combustible, y por tanto, no hay motor de combustión interna, según informa la Agencia Internacional de la Energía (IEA) [\[REF.23\]](#). Los vehículos eléctricos (EVs) tienen una serie de beneficios:

- Conservación de energía de conducción. Los motores eléctricos convierten el 75% de la energía química de las baterías para alimentar las ruedas, mientras que los motores de combustión interna tan sólo convierten el 20% de la energía almacenada en la gasolina.
- Conducción menos contaminante al medio ambiente. Los vehículos eléctricos no emiten contaminantes por el tubo de escape, aunque la planta de energía de la producción de la electricidad puede emitir CO₂ u otros gases de efecto invernadero. Sin embargo, si la electricidad es obtenida de las plantas nucleares, por energía solar o energía eólica no crea contaminantes.
- Beneficios de rendimiento. Los motores eléctricos proporcionan un funcionamiento suave, silencioso y una aceleración más fuerte, mientras que requiere menos mantenimiento.
- Reducción de la dependencia de la energía importada. La electricidad es una fuente de energía doméstica en muchos países, en lugar de aceite.

Sin embargo, aun hay muchos desafíos para mejorar este tipo de vehículos y donde los investigadores están trabajando. La mayoría de los vehículos eléctricos tan solo pueden circular entre 160 y 320 km antes de recargar, mientras que los motores de gasolina pueden recorrer hasta 480 km antes de repostar. Otro desafío para la evolución de los EVs es el peso del turismo, ya que las baterías son muy pesadas y ocupan un espacio considerable. Y para acabar, otro inconveniente es el tiempo de carga y el coste de las baterías de estos turismos. Existen diferentes tipos de carga:

- La carga de nivel 1 (AC Level 1), donde se utilizan 120 voltios de corriente alterna (AC). Puede tardar entre 8 y 20 horas, dependiendo de la capacidad de la batería del vehículo. La tasa de carga es de aproximadamente 1 kW.
- La carga de nivel 2 (AC Level 2), de 240 voltios de corriente alterna (AC) y requiere la instalación de un equipo de carga en casa. Este tipo de carga puede tardar entre 3 y 8 horas, de nuevo en función de la capacidad de la batería del vehículo. Las tasas de carga están dentro de un rango de 3 kW a 20 kW.

- Y la carga de corriente continua (CC) de carga rápida, donde se utilizan 600 voltios y permite la carga a lo largo de los corredores de tráfico pesado y en las estaciones públicas. Una carga rápida de corriente continua puede tardar menos de 30 minutos para cargar una batería a la mayor parte de su capacidad, un 80% del total.

Además de los vehículos eléctricos (EVs), existen otras variantes de vehículos renovables:

- Los vehículos híbrido-eléctricos (HEV) que combinan las ventajas de los motores de gasolina y motores eléctricos y se pueden configurar para cumplir diferentes objetivos como la mejora de la economía del combustible, el aumento de potencia o la energía auxiliar adicional para aparatos electrónicos y herramientas eléctricas.
- Y los vehículos híbrido-eléctricos enchufables (PHEV) ofrecen una variedad de combustibles y tienen tanto un motor de combustión interna como un motor eléctrico. Estos vehículos funcionan con un combustible alternativo o un combustible convencional, como la gasolina, y una batería, que se carga con energía eléctrica al conectarse a una toma de corriente o en la estación de carga.

En este proyecto se ha decidido utilizar el vehículo eléctrico (EV), por lo que en primer lugar se modelará el turismo en el GREET y a continuación se calcularán los costes que tienen este tipo de turismos.

7.1. CREACIÓN DE VEHÍCULO ELÉCTRICO EN GREET

Para crear el vehículo eléctrico en GREET primero se necesita saber cuál es el mix energético que tiene España, ya que a la hora de modelar el turismo se tendrá que elegir este mix energético.

En la Imagen 15 se puede observar el mix energético de Febrero de 2015 según la Red Eléctrica Española [\[REF.24\]](#)

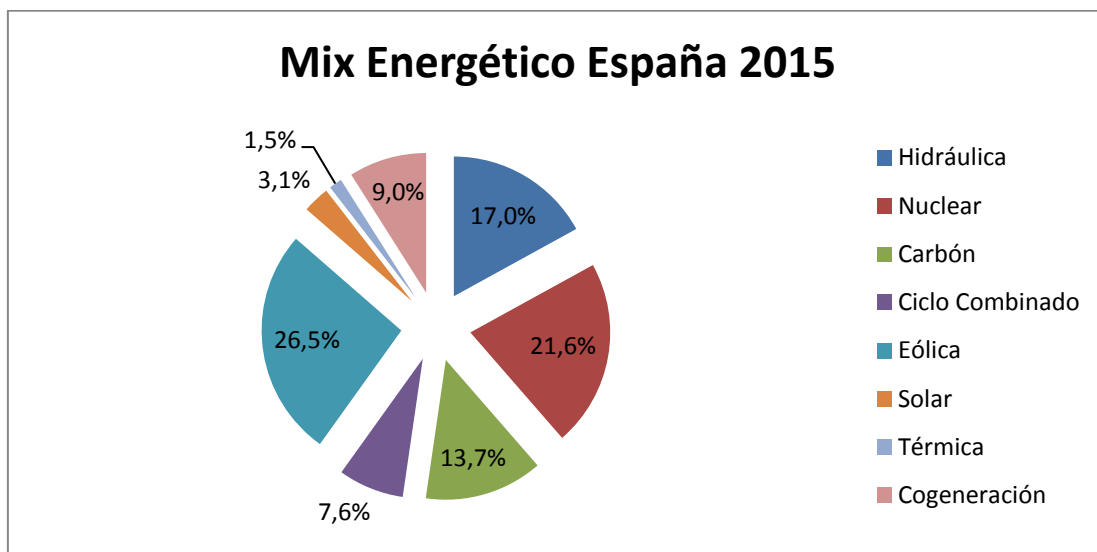


Imagen 15: Mix Energético de España en Febrero de 2015. Fuente: Red Eléctrica

La energía eléctrica no es una energía primaria y por lo tanto conlleva unas emisiones de CO₂ en su generación. Estas emisiones dependen del mix energético del país en el que se analicen. En Francia, por ejemplo, tienen unas emisiones de 110 g de CO₂/KWh en el año 2012, debido a que más del 70% de su energía eléctrica proviene de centrales nucleares con 0 emisiones de CO₂. Sin embargo, en Alemania tienen 623 g de CO₂/KWh en el mismo año, debido a que utilizan el carbón para generar la energía eléctrica. Por tanto, Alemania tiene unas emisiones de CO₂ seis veces superiores a las de Francia.

Utilizando el GREET, en la Tabla 7 se puede observar las emisiones que se producen en España en el año 2015 utilizando el Mix Energético anterior.

EMISIONES	CANTIDAD
VOC	28,069 mg
CO	158,567 mg
NOx	193,800 mg
PM10	401,473mg
PM2,5	137,896 mg
SOx	67,666 mg
CH4	494,764 mg
N2O	5,058 mg
CO2	263,414 g

Tabla 7: Emisiones del Mix Energético de España Febrero 2015. Fuente: GREET

El Mix Energético de España tiene unas emisiones de 263,414 g de CO₂/KWh, superiores a las emisiones producidas por Francia, pero muy por debajo de las emisiones de Alemania. Estas emisiones se podrían reducir aún más, disminuyendo la influencia del carbón y utilizando fuentes renovables como la energía hidráulica o eólica. Sin embargo, en este trabajo no se va a modificar el mix energético para conseguir la reducción de las emisiones.

Una vez realizado este mix en el GREET, ya se puede crear el vehículo eléctrico. El turismo será completamente eléctrico y se le ha asignado el mix energético creado anteriormente. En la Tabla 8 se pueden observar las emisiones de este tipo de vehículos.

COCHE ELÉCTRICO		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	200 Wh	775,642 Wh
EMISIONES		
VOC	0 mg	81,687 mg
CO	0 mg	1,074 g
NOx	0 mg	151,046 mg
PM10	0 mg	193,609 mg
PM2,5	0 mg	64,782 mg
SOx	0 mg	31,789 mg
CH4	0 mg	239,436 mg
CO2	0 g	121,823 g
N2O	0 mg	5,126 mg
Gas efecto Invernadero	0 g	118,099 g
URBANO		
VOC	0 mg	46,838mg
CO	0 mg	681,382 mg
NOx	0 mg	61,047 mg
PM10	0 mg	29,669 mg
PM2,5	0 mg	8,271 mg
SOx	0 mg	4,517 mg
CH4	0 mg	6,849 mg
CO2	0 g	26,780 g
N2O	0 mg	2,041 mg

Tabla 8: Resultados de un coche eléctrico en GREET.

Los turismos eléctricos utilizando el Mix Energético creado anteriormente, emiten 121,823 g/km de CO₂. Esto quiere decir, que este tipo de vehículos si cumplen las emisiones permitidas por la Unión Europea, ya que estas estaban fijadas en 130 g/km de CO₂ en el año 2015. Por tanto, si se sustituyeran estos turismos por los vehículos de combustión interna, se conseguiría reducir las emisiones del Parque Automovilístico al medio ambiente.

7.2. COSTE AMBIENTAL DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO

En este apartado se va a calcular las emisiones de gases de efecto invernadero y de CO₂ de esta clase de turismos, tal y como se hiciera en el apartado 6 con los turismos de combustión interna.

Los vehículos eléctricos no emiten ningún tipo de partículas al medio ambiente, tal y como se puede observar en la Tabla 8. Por tanto, como se ha mencionado anteriormente, el impacto ambiental de estos vehículos se debe a las emisiones que se generan en el proceso para conseguir la energía eléctrica que los mueve. Estas emisiones son:

- NOx: 61,047 mg
- SOx: 4,517 mg
- PM₁₀: 29,669 mg
- PM_{2.5}: 8,271 mg
- CO₂: 121,823 g

Este tipo de vehículos emite en total 118,099 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$118,099 \frac{g}{km} \times 50 km = 5.904,95 g = 5,91 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo eléctrico:

$$5,91 kg \times 365 \text{ días} = \mathbf{2.157,15 kg \text{ de gas efecto invernadero anuales.}}$$

En el año 2014, se produjeron un total de 1076 ventas de vehículos eléctricos en España, lo que significa que no se llega ni al 0,2% de los vehículos matriculados en este año. Sin embargo, un dato que permite ser un poco optimista, es que estas ventas suponen un 32% más que en el año 2013, donde se produjeron 811 ventas de esta clase de turismos. (MOTOR PASION)

Por tanto, si se conoce que en el año 2014 se produjeron 1076 ventas de este tipo de turismos, se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2014.

$$\begin{aligned} 2.157,15 kg \times 1.076 \text{ turismos} &= 2.321.093,40 kg \\ &= \mathbf{2.321 toneladas de gas efecto invernadero.} \end{aligned}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$121,823 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 \text{ días} \times 1.076 \text{ turismos} = \mathbf{2.392,2 toneladas de CO_2.}$$

El coste ambiental del Parque Automovilístico para los vehículos eléctricos es de 2.321 toneladas de gas efecto invernadero, con 2.392,2 toneladas de CO₂.

7.3. COMPARACIÓN DE LOS TURISMOS ELÉCTRICOS CON LOS VEHÍCULOS DE COMBUSTIÓN INTERNA

En este apartado se va a comparar el coste ambiental del Parque Automovilístico de España en el año 2014 que tienen los vehículos eléctricos con los turismos de gasolina y los turismos diesel en general. Posteriormente, se compararán los vehículos eléctricos con cada turismo de combustión interna por separado.

En la Imagen 16 se van a representar los kg anuales de CO₂ que emite un vehículo de cada año de matriculación según su tipo de combustible, tanto de combustión interna como vehículos eléctricos. Por ejemplo, si se calcula un coche de gasolina con fecha de matriculación de 1994 quedaría así:

$$150,372 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 días = 2744,29 kg \text{ anuales de } CO_2$$

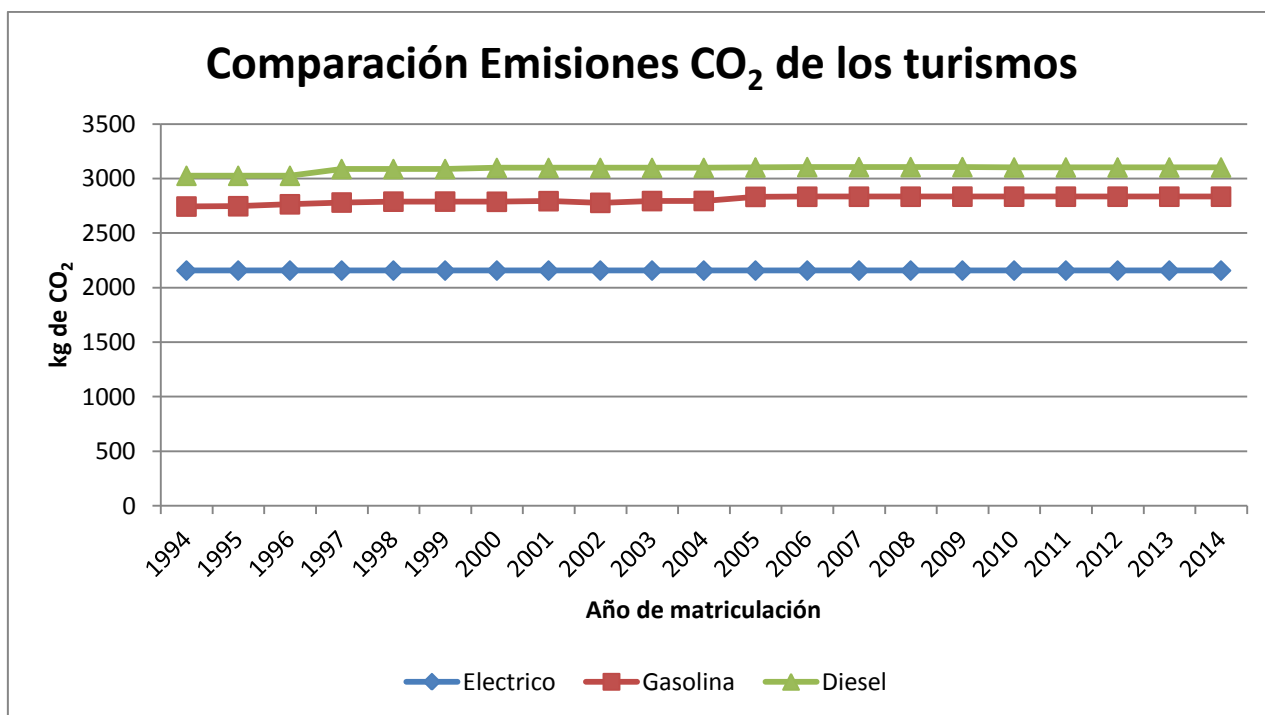


Imagen 16: Comparación de emisiones de CO₂ entre los diferentes tipos de vehículos del Parque Automovilístico del año 2014.

Se aprecia como un vehículo eléctrico emite casi 1000 kg menos de CO₂ anuales respecto a los vehículos diesel y 700 kg aproximadamente respecto a los turismos de gasolina, por lo que con los vehículos eléctricos se conseguiría disminuir notablemente las emisiones de CO₂.

A continuación se va a comparar el vehículo eléctrico con el turismo de gasolina y diesel por separado, para poder conocer con qué tipo de vehículos hay una mayor diferencia de emisiones.

En la imagen 17 se muestran la diferencia de kg de CO₂ que emite un vehículo de gasolina en relación con un vehículo eléctrico. Se puede observar que la diferencia entre estos dos tipos de vehículos ronda entre los 587 y los 677 kg anuales por vehículo. Para realizar los cálculos, se han restado los kg anuales de CO₂ de un turismo de gasolina menos los kg anuales de CO₂ de un vehículo eléctrico del mismo año de matriculación. Por ejemplo, para los turismos con fecha de matriculación de 1994, la diferencia de kg de CO₂ se calcularía de la siguiente forma:

$$\left(150,372 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 días\right) - \left(121,823 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 días\right) = 521,02 kg de CO_2 de diferencia.$$

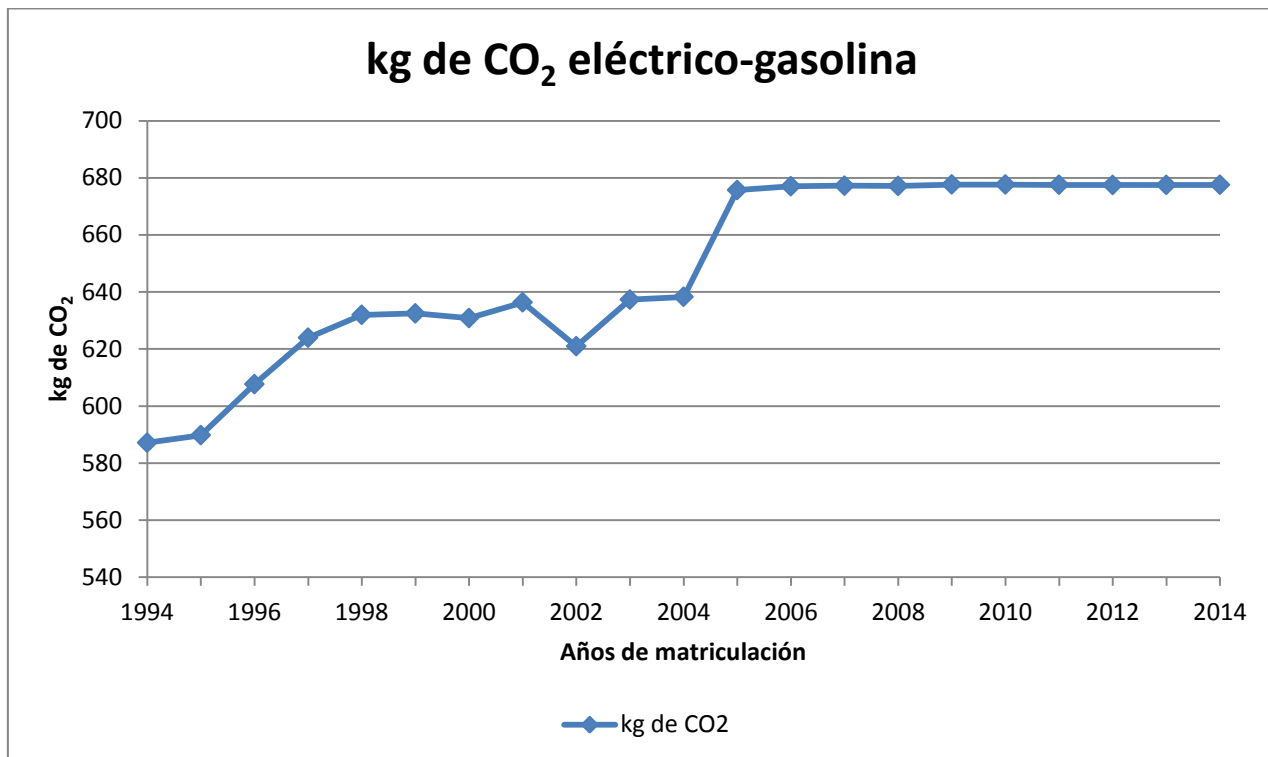


Imagen 17: Diferencia de kg de CO₂ entre los vehículos eléctricos y los vehículos de gasolina del Parque Automovilístico del año 2014.

Se puede observar que los vehículos de gasolina de los años 2005 hasta el 2014 son los que más kg de CO₂ emiten al medio ambiente en comparación con los vehículos eléctricos. Si se suman los kg de diferencia que se emiten entre esta clase de vehículos se obtienen un total de 13.609,40 kg de CO₂.

En la Imagen 18 se comparará los vehículos eléctricos con los turismos diesel tal y como se ha hecho anteriormente entre los eléctricos y los de gasolina. En este caso, la diferencia de kg de CO₂ se incrementa, quedando entre 869 y 949 kg aproximadamente. Para realizar la gráfica, se han hecho los mismos cálculos que para la comparativa entre vehículos de gasolina y eléctricos. Por ejemplo, para los turismos con fecha de matriculación de 1994 sería:

$$\left(165,816 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 días\right) - \left(121,823 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 días\right) = 868,99 kg de CO_2 de diferencia.$$

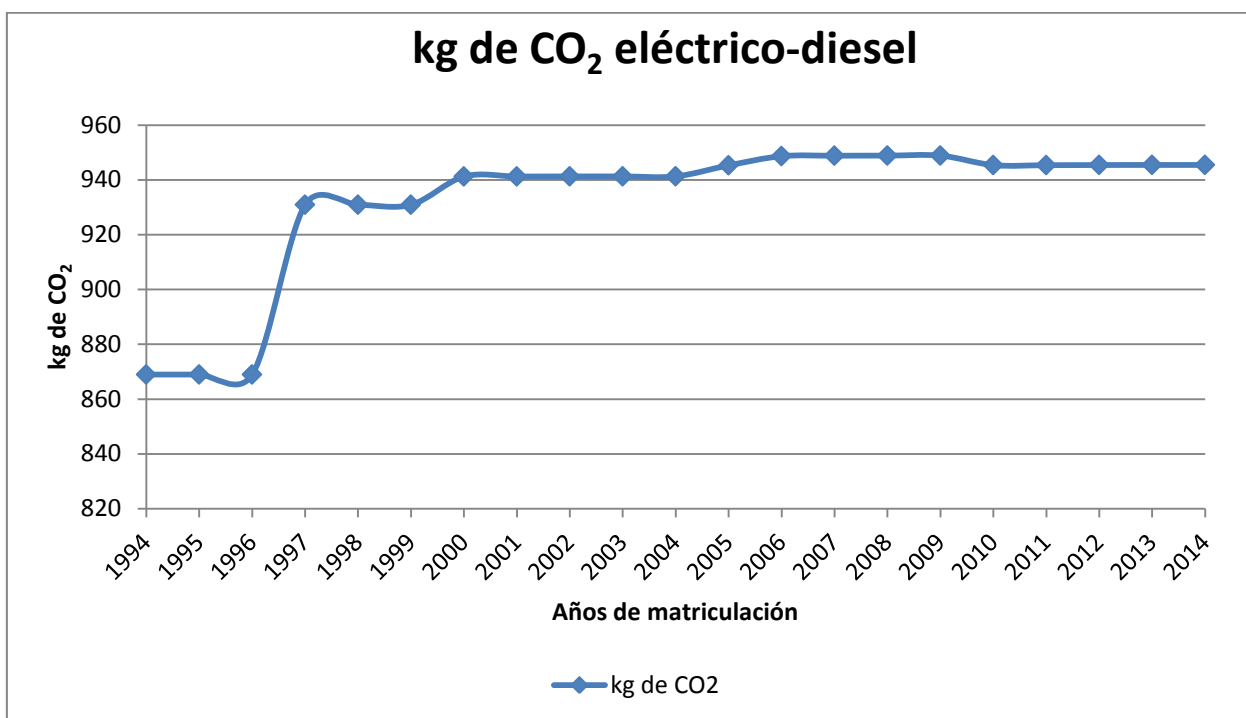


Imagen 18: Diferencia de kg de CO₂ entre los vehículos eléctricos y los vehículos diesel del Parque Automovilístico del año 2014.

Se observa un salto grande de emisiones del año 1996 al año 1997, pero en los años posteriores se mantiene prácticamente constante. Sumando los kg de diferencia entre los turismos diesel y eléctricos se obtienen 19.574,15 kg de CO₂.

Por tanto, comparando la Imagen 17 con la Imagen 18 se puede ver que los turismos diesel emiten más cantidad de partículas de CO₂ que los turismos de gasolina en comparación con los vehículos eléctricos. Este hecho, al igual que en las emisiones de NO_x, SO_x y PM, también pone a los turismos diesel como más perjudiciales para el medio ambiente.

7.4. TABLA RESUMEN COSTE AMBIENTAL

En este apartado se va a escribir la tabla resumen de los capítulos 6 y 7 que se utilizará posteriormente en los capítulos siguientes

TABLA RESUMEN COSTE AMBIENTAL		
Gasolina	Diesel	Eléctrico
20,270 mill. Ton	37,058 mill. Ton	2.392,2 Ton

Tabla 9: Tabla resumen de emisiones de CO₂ por tipo de combustible.

8. COSTE ECONÓMICO DEL PARQUE AUTOMOVILÍSTICO.

En este apartado se va a estudiar el coste de cada tipo de vehículo, tanto turismos de gasolina y diesel como vehículos eléctricos, para poder calcular posteriormente el coste económico total y así conocer el valor del Parque Automovilístico actual en España.

Se va a proceder a calcular el coste económico del parque automovilístico actual teniendo en cuenta que la vida media de los vehículos es de 11 años, ya que la edad media del parque automovilístico actual en España es de 11,3 años.

Primero se va a hacer un estudio del precio de varios modelos de turismos para calcular una media de cuánto cuesta el vehículo según su tipo de combustible.

Posteriormente se calculará el coste anual del consumo de combustible de cada tipo de vehículo.

Finalmente se calculará el precio de las revisiones de cada turismo, añadiendo el coste de los seguros de los vehículos y los impuestos que hay que pagar. Según un reportaje realizado por Autocasión, sociedad especializada en coches, motos y vehículos industriales [\[REF.25\]](#), los elementos que se deben revisar son los niveles de líquidos, agua, aceite de frenos etc. cada 10.000 km. A partir de los 20.000 km comienzan las sustituciones de los líquidos, agua, aceite de frenos, etc. Cada 60.000 km se deben sustituir los neumáticos y los frenos. Cada 100.000 km hay que sustituir las correas, bujías, cables, etc. Y por último, cada 160.000 km se debería cambiar el embrague.

8.1. COSTE ECONÓMICO VEHÍCULOS DE GASOLINA

En este apartado se va a calcular el coste económico anual que tiene un vehículo de gasolina. En primer lugar se calculará el coste anual que tiene el turismo en sus 11 años de vida, posteriormente se calculará el precio anual del consumo que tengan estos turismos y finalmente se calculará el coste anual medio de las revisiones que deben tener este tipo de vehículos.

El precio de algunos modelos de turismos de gasolina se puede ver en la Tabla 10:

COCHE DE GASOLINA			
Modelo Vehículo	Precio desde	Precio hasta	Media
Renault Clio	9.000 €	22.000 €	15.500 €
Opel Astra	13.000 €	26.000 €	19.500 €
Kia Ceed	11.000 €	23.000 €	17.000 €
C4	13.000 €	24.000 €	18.500 €
Media Total			17.625 €

Tabla 10: Precios vehículos de gasolina.

Por tanto, se puede decir que el coste medio de un vehículo de gasolina puede ser aproximadamente de 18.000 €.



El coste anual de este vehículo en los 11 años de vida es de:

$$\frac{18.000 \text{ €}}{11 \text{ años}} = \mathbf{1.636,36 \text{ € anuales.}}$$

Se había considerado que el consumo medio de los turismos de gasolina es de 8,1L/100km y se supuso que cada turismo hacía una media de 50 km diarios, por tanto se tiene que:

$$50 \text{ km} \times 365 \text{ días} = 18.250 \text{ km anuales}$$

$$\frac{8,1 \text{ L}}{100 \text{ km}} \times 18.250 \text{ km} = 1.478,25 \text{ litros anuales}$$

Si se considera que el precio de la gasolina es de 1,3 €/L, se tiene aproximadamente un gasto anual de gasolina de:

$$1.478,25 \text{ L} \times 1,3 \frac{\text{€}}{\text{L}} = \mathbf{1.922 \text{ € anuales}}$$

Por último, se calcula el precio de las revisiones de los turismos de gasolina, ver Tabla 11. Los precios son aproximados, estos precios pueden variar dependiendo del tipo de producto que se elija.

COCHES DE GASOLINA							
Año	km	Líquidos	Frenos	Neumáticos	Correas, bujías, cables...	Embrague	TOTAL
1	20.000	100,00 €	-	-	-	-	100,00 €
2	40.000	100,00 €	-	-	-	-	100,00 €
3	60.000	100,00 €	300,00 €	400,00 €	-	-	800,00 €
4	80.000	100,00 €	-	-	-	-	100,00 €
5	100.000	100,00 €	-	-	600,00 €	-	700,00 €
6	120.000	100,00 €	300,00 €	400,00 €	-	-	800,00 €
7	140.000	100,00 €	-	-	-	-	100,00 €
8	160.000	100,00 €	-	-	-	300,00 €	400,00 €
9	180.000	100,00 €	300,00 €	400,00 €	-	-	800,00 €
10	200.000	100,00 €	-	-	600,00 €	-	700,00 €
11	220.000	100,00 €	-	-	-	-	100,00 €
TOTAL	-	1.100,00 €	900,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	300,00 €	4.700,00 €

Tabla 11: Precios de elementos a sustituir en vehículos de gasolina.

El coste total de las sustituciones en las revisiones al cabo de los 11 años es de 4.700 €. El coste anual medio de las revisiones es de:

$$\frac{4.700 \text{ €}}{11 \text{ años}} = 427,27 \text{ € anuales}$$

A estos precios se le debe sumar el coste anual del seguro, que se supone un precio medio de **700€** y el impuesto de circulación que se supone de **150€** (estos precios también dependerán del tipo de seguro, el tipo de vehículo que se tenga y la ciudad donde se encuentre).

El coste total de un vehículo de gasolina al año se obtiene sumando todos estos gastos.

$$1.636,36€ + 1.922€ + 427,27€ + 700€ + 150€ = 4.832,63 \text{ €}$$

El vehículo de gasolina tiene un coste total anual 4.832,63€.

El coste anual del vehículo de gasolina por km recorrido es de:

$$\frac{4.832,63 \text{ €}}{18.250 \text{ km}} = 27c€/km$$

8.2. COSTE ECONÓMICO DE VEHÍCULOS DE GASÓLEO

En este apartado se van a realizar los mismos cálculos que en el apartado anterior pero esta vez para calcular el coste económico de los turismos diesel.

Se va a calcular el coste económico de los vehículos de gasóleo, para ello se procederá de la misma manera que en los vehículos de gasolina. En la Tabla 12 aparecen precios de las diferentes marcas de vehículos con este tipo de combustible:

COCHES DE DIESEL			
Modelo Vehículo	Precio desde	Precio hasta	Media
Renault Clio	11.000 €	16.000 €	13.500 €
Opel Astra	14.000 €	21.000 €	17.500 €
Kia Ceed	13.000 €	23.000 €	18.000 €
C4	14.000 €	27.000 €	20.500 €
Media Total			17.375 €

Tabla 12: Precios vehículos de gasóleo.

Por tanto, se ve que el coste medio de un vehículo diesel puede ser aproximadamente de 17.000 €.

El coste anual de este vehículo en los 11 años de vida es de:

$$\frac{17.000 \text{ €}}{11 \text{ años}} = 1.545,45 \text{ € anuales.}$$

En este caso, se consideró que el consumo medio de los turismos de gasolina es de 6,1L/100km y que cada turismo hacía una media de 50 km diarios, por tanto se tiene que:

$$50 \text{ km} \times 365 \text{ días} = 18.250 \text{ km anuales}$$

$$\frac{6,1 \text{ L}}{100 \text{ km}} \times 18.250 \text{ km} = 1.113,25 \text{ litros anuales}$$

Se considera que el precio del gasóleo es de 1,1 €/L, se tiene aproximadamente un gasto anual de gasolina de:

$$1.113,25 \text{ L} \times 1,1 \frac{\text{€}}{\text{L}} = 1.225 \text{ € anuales}$$

Para finalizar se calcula el precio de las revisiones de la misma manera que se hizo en los vehículos de gasolina. En la Tabla 13 se pueden apreciar los precios de las sustituciones:

COCHES DIESEL							
Año	km	Líquidos	Frenos	Neumáticos	Correas, bujías, cables...	Embrague	TOTAL
1	20.000	100,00 €	-	-	-	-	100,00 €
2	40.000	100,00 €	-	-	-	-	100,00 €
3	60.000	100,00 €	300,00 €	400,00 €	-	-	800,00 €
4	80.000	100,00 €	-	-	-	-	100,00 €
5	100.000	100,00 €	-	-	-	-	100,00 €
6	120.000	100,00 €	300,00 €	400,00 €	-	-	800,00 €
7	140.000	100,00 €	-	-	-	-	100,00 €
8	160.000	100,00 €	-	-	-	300,00 €	400,00 €
9	180.000	100,00 €	300,00 €	400,00 €	-	-	800,00 €
10	200.000	100,00 €	-	-	-	-	100,00 €
11	220.000	100,00 €	-	-	-	-	100,00 €
TOTAL	-	1.100,00 €	900,00 €	1.200,00 €	0,00 €	300,00 €	3.500,00 €

Tabla 13: Precios de elementos a sustituir en vehículos diesel.

Se puede ver que el apartado de las bujías, correas, cables... es 0 €. Esto es porque los vehículos diesel no tienen bujías, por tanto, dicho apartado no se tiene en cuenta. El coste total de las sustituciones en las revisiones al cabo de los 11 años es de 3.500 €. El coste anual medio de las revisiones es de:

$$\frac{3.500 \text{ €}}{11 \text{ años}} = 318,18 \text{ € anuales}$$

A estos precios les sumamos el precio del seguro y el impuesto de circulación de **700 €** y de **150 €** respectivamente y se obtiene el coste total de un vehículo diesel al año.

$$1.545,45\text{€} + 1.225\text{€} + 318,18\text{€} + 700\text{€} + 150\text{€} = 3.938,63 \text{ €}$$

El vehículo de gasolina tiene un coste total anual de 3.938,63 €.

El coste anual del vehículo de gasolina por km recorrido es de:

$$\frac{3.938,63 \text{ €}}{18.250 \text{ km}} = 22\text{c€/km}$$

8.3. COSTE ECONÓMICO DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Al igual que en los dos apartados anteriores, en este capítulo se calculará el coste económico de un vehículo eléctrico.

En la Tabla 14 se pueden ver precios de este tipo de turismos.

COCHE DE ELÉCTRICO			
Modelo Vehículo	Precio desde	Precio hasta	Media
Renault ZOE	21.000 €	23.000 €	22.000 €
Peugeot iOn	27.000 €	-	27.000 €
Mitsubishi i-MiEV	31.000 €	-	31.000 €
C-ZERO	27.000 €	-	27.000 €
Media Total			26.750 €

Tabla 14: Precios de vehículos eléctricos.

El coste medio de un vehículo diesel puede ser aproximadamente de 26.000 €.

El coste anual de este vehículo en los 11 años de vida es de:

$$\frac{26.000 \text{ €}}{11 \text{ años}} = 2.363,64 \text{ € anuales.}$$

Según un artículo del periódico español 20Minutos [\[REF.26\]](#), el consumo promedio de un vehículo eléctrico en condiciones de uso normal está entre 14 y 19 kWh/100km y entre 20 y 25 kWh/100km si realizamos una conducción más deportiva, es decir, una conducción menos eficiente. Como cada turismo hacía una media de 50 km diarios y suponiendo un consumo medio de 17 kWh/100km, se obtiene que:

$$50 \text{ km} \times 365 \text{ días} = 18.250 \text{ km anuales}$$

$$\frac{17 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} \times 18.250 \text{ km} = 3.102,5 \text{ kWh anuales}$$

El precio del kWh es de 0,06 € (precio medio según una tarifa súper-reducida o valle), por tanto, se tiene aproximadamente un gasto anual de energía de:

$$3.102,5 \text{ L} \times 0,06 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 186 \text{ € anuales}$$

A continuación se calcula el precio de las revisiones de la misma manera que se hizo en los dos tipos de vehículos anteriores. En la Tabla 15 se observan los costes de las sustituciones para los turismos eléctricos:

COCHES ELÉCTRICOS							
Año	km	Líquidos	Frenos	Neumáticos	Correas, bujías, cables...	Embrague	TOTAL
1	20.000	100,00 €	-	-	-	-	100,00 €
2	40.000	100,00 €	-	-	-	-	100,00 €
3	60.000	100,00 €	-	400,00 €	-	-	500,00 €
4	80.000	100,00 €	-	-	-	-	100,00 €
5	100.000	100,00 €	-	-	-	-	100,00 €
6	120.000	100,00 €	300,00 €	400,00 €	-	-	800,00 €
7	140.000	100,00 €	-	-	-	-	100,00 €
8	160.000	100,00 €	-	-	-	-	100,00 €
9	180.000	100,00 €	-	400,00 €	-	-	500,00 €
10	200.000	100,00 €	-	-	-	-	100,00 €
11	220.000	100,00 €	-	-	-	-	100,00 €
TOTAL	-	1.100,00 €	300,00 €	1.200,00 €	0,00 €	0,00 €	2.600,00 €

Tabla 15: Precios de las revisiones de vehículos eléctricos.

En comparación con los tipos de vehículos anteriores, el precio de los embragues es 0 € y la sustitución de los frenos se reduce a un solo cambio. Esto es porque los turismos eléctricos no disponen de embrague y los frenos no sufren tantos esfuerzos.

El coste total de las sustituciones en las revisiones al cabo de los 11 años es de 2.600 €. El coste anual medio de las revisiones es de:

$$\frac{2.600 \text{ €}}{11 \text{ años}} = 236,36 \text{ € anuales}$$

Añadiendo los costes del seguro y del impuesto de circulación, **700 €** y **150 €** respectivamente, se obtiene el coste total de un vehículo eléctrico al año.

$$2.363,64\text{€} + 186\text{€} + 236,36\text{€} + 700\text{€} + 150\text{€} = 3.636 \text{ €}$$

El vehículo eléctrico tiene un coste total anual de 3.636 €.

El coste anual del vehículo eléctrico por km recorrido es de:

$$\frac{3.636 \text{ €}}{18.250 \text{ km}} = 20\text{c€/km}$$

8.4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS Y TABLA RESUMEN DEL COSTE ECONÓMICO

En este apartado se van a comparar los costes económicos de los tres tipos de vehículos calculados en los apartados anteriores, para así poder calcular el coste económico total del Parque Automovilístico actual que hay en España.

Si se comparan los resultados totales de los tres apartados anteriores se obtiene como resultado la Tabla 16:

TABLA RESUMEN COSTE ECONÓMICO			
	Gasolina	Diesel	Eléctrico
Coste económico	4.823,63 €	3.938,63 €	3.636,00 €
Coste económico por km	27 c€/km	22 c€/km	20 c€/km

Tabla 16: Tabla resumen del coste económico por tipo de combustible.

Observando estos resultados, se puede apreciar que el vehículo eléctrico tiene un coste total anual aproximado a los vehículos diesel, pero más bajo que el vehículo de gasolina, ahorrando cerca de 1000 € anuales. Por tanto, la mejor opción económica son los turismos eléctricos.

Con la Tabla 1, donde se mostraban los turismos que conforman el Parque Automovilístico actual, se podría calcular el coste económico de éste teniendo en cuenta la cantidad de vehículos que hay de cada tipo y el precio que costaría cada uno de ellos, ver Tabla 16.

$$9.802.158 \text{ turismos de gasolina} \times 4.823,63 \text{ €} = 4,73 \cdot 10^{10} \text{ €}$$

$$= \mathbf{47.300 \text{ millones de € en vehículos de gasolina.}}$$

$$12.265.716 \text{ turismos diesel} \times 3.938,63 \text{ €} = 4,83 \cdot 10^{10} \text{ €}$$

$$= \mathbf{48.300 \text{ millones de € en vehículos diesel.}}$$

$$1.076 \text{ turismos eléctricos} \times 3.636 \text{ €} = \mathbf{3,91 \text{ millones de € en vehículos eléctricos.}}$$

El coste económico del Parque Automovilístico es de 95.603,91 millones de €.

9. ESTRATEGIAS DE SUSTITUCIÓN DEL PARQUE AUTOMOVILÍSTICO ACTUAL.

Como se ha visto en todos los apartados anteriores, el Parque Automovilístico de España tiene unas emisiones superiores a las permitidas por la Unión Europea. En este apartado se va a estudiar diferentes maneras de reducir esta cantidad de emisiones a través de distintos escenarios, sustituyendo los turismos diesel, ya que eran los que más partículas emitían al medio ambiente, por vehículos eléctricos.

Si se observaran directamente las “Normas Euro” de las limitaciones de los vehículos, ver Tabla 2 y Tabla 4, se puede ver que los turismos que más partículas emiten a la atmósfera son los turismos más antiguos, pertenecientes a la Euro I y a la Euro II. Lo normal sería sustituir estos vehículos por turismos eléctricos nuevos, sin embargo, los turismos de la Euro I son vehículos históricos, ya que tienen 20 años de antigüedad; y los pertenecientes a la Euro II en tan solo 5 años también estarán dentro de este grupo, por lo que los turismos pertenecientes a estas “Normas Euro” no se van a modificar.

Por tanto, fijándose en las gráficas realizadas en los capítulos 6 y 7, se puede ver que los vehículos que más emisiones producen a la atmósfera son los correspondientes a la Euro III y a la Euro IV. A continuación se realizará el estudio del Parque Automovilístico Actual para diferentes escenarios.

9.1. ESCENARIO 1

En este escenario se van a sustituir todos los turismos diesel pertenecientes a la Euro III por vehículos eléctricos, debido a que los turismos de gasóleo tienen unas emisiones más altas que los vehículos de gasolina, siendo los turismos de la Euro III de los que más emisiones realizan en comparación con los vehículos de las otras “Normas Euro”.

La Euro III comprende entre los años 2000 y 2004 incluidos. Según la Tabla 1, en donde se mostraba la cantidad de turismos que hay en el Parque Automovilístico según su combustible y su fecha de matriculación, si se sustituyen todos los turismos de estos años, se debe de cambiar un total de 3.567.348 de turismos diesel por eléctricos.

En el apartado 6.3, dentro del Anexo 5, se puede observar la cantidad de emisiones de CO₂ procedentes de los vehículos diesel de los años 2000 al 2004:

- Año 2000 emite 1,786 millones de toneladas.
- Año 2001 emite 1,909 millones de toneladas.
- Año 2002 emite 2,032 millones de toneladas.
- Año 2003 emite 2,393 millones de toneladas.
- Año 2004 emite 2,933 millones de toneladas.

Restando todas estas emisiones, se tendrían 11,053 millones de toneladas de CO₂ menos procedentes de los vehículos diesel.

A continuación, procediendo de la misma manera que en el apartado 6.3, se va a calcular las emisiones de CO₂ que tendrían los nuevos vehículos eléctricos.

$$121,823 \frac{g}{km} \times 50km \times 365 \text{ días} \times (1.076 + 3.567.348) \text{ turismos} = 7.933.569.134 \text{ kg} \\ = \mathbf{7,934 \text{ millones de toneladas de } CO_2}.$$

Si se suman todas las toneladas nuevas de CO₂ procedente de los tres tipos de vehículos (gasolina, diesel y eléctricos) se obtiene que:

$$20,270 \text{ mill. Ton Gasolina} + (37,058 - 11,053) \text{ mill. Ton Diesel} \\ + 7,934 \text{ mill. Ton Eléctricos} = \mathbf{54,209 \text{ mill. Ton de } CO_2}.$$

El Parque Automovilístico del Escenario 1 tendría un total de 54,209 millones de toneladas de CO₂, habiendo reducido en 3,119 millones de toneladas con el Parque Automovilístico actual.

Al sustituir estos vehículos no sólo se reducirán las emisiones de CO₂, sino que también se tendrá una clara disminución de las partículas como la materia particulada (PM), los óxidos de nitrógeno (NOx) y los óxidos de azufre (SOx), ya que los turismos pertenecientes a la Euro III son de los turismos que más emisiones de estos tipos de partículas expulsaban a la atmósfera. Ver Imagen 10, Imagen 12 e Imagen 14.

Por tanto, para el Escenario 1, se tendrían las siguientes gráficas de las emisiones de dichas partículas.

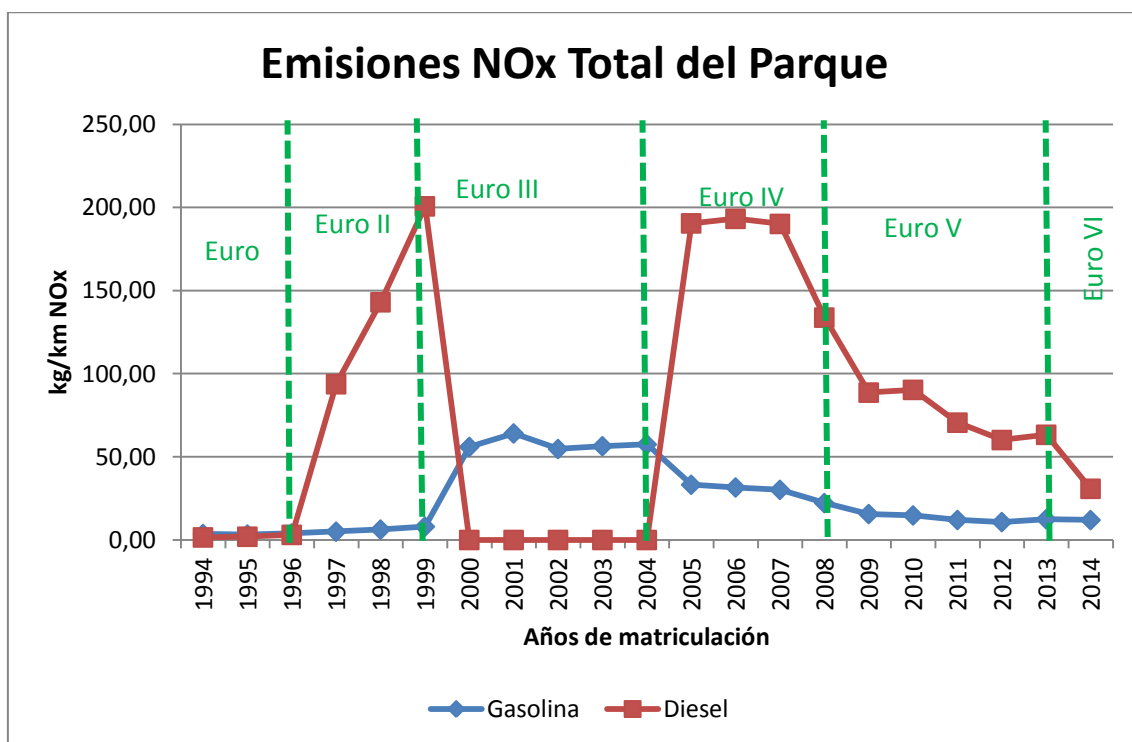


Imagen 19: Emisiones totales de NOx del Escenario 1 en zonas urbanas del Parque de vehículos de combustión interna.

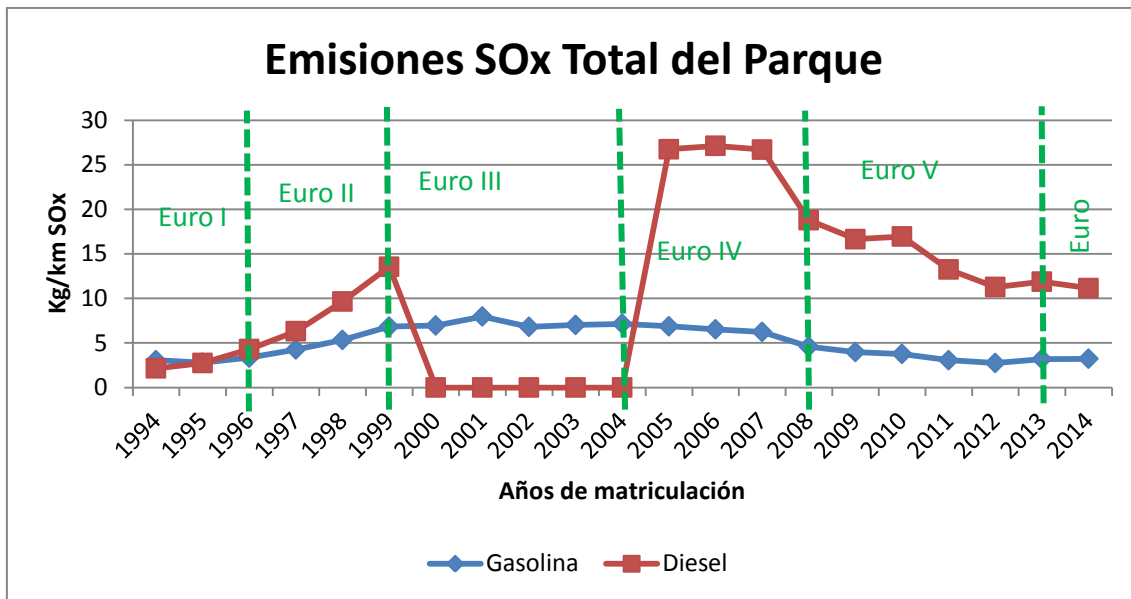


Imagen 20: Emisiones totales de SOx del Escenario 1 en zonas urbanas del Parque de vehículos de combustión interna.

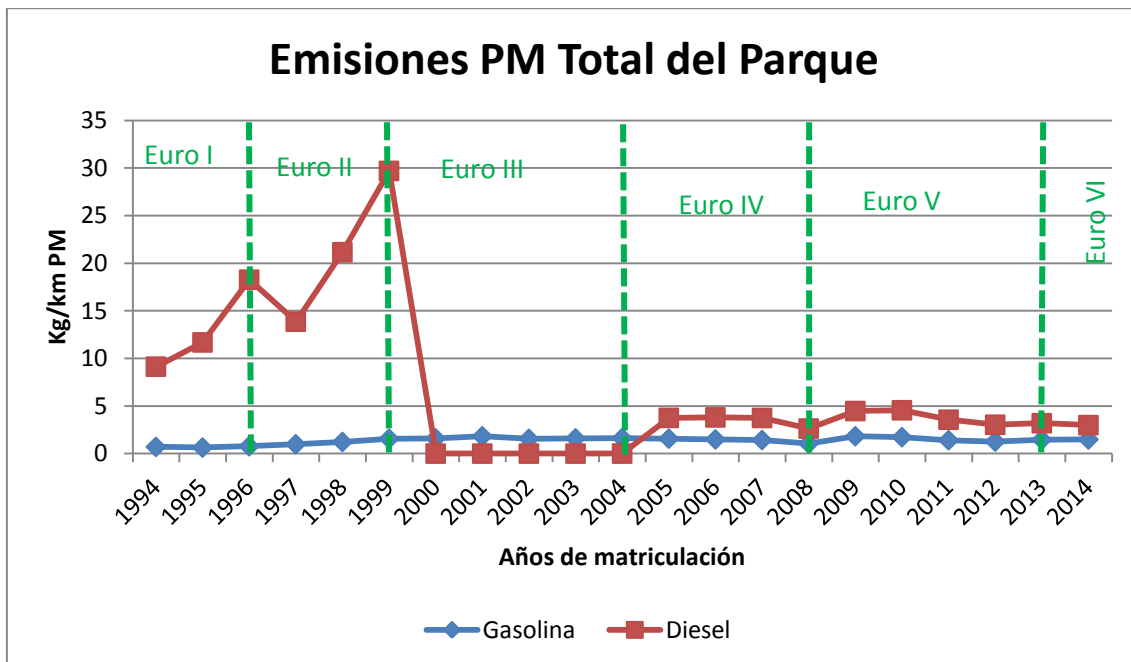


Imagen 21: Emisiones totales de PM del Escenario 1 en zonas urbanas del Parque de vehículos de combustión interna.

9.1.1. COMPARACIÓN DE RESULTADOS ESCENARIO 1

En la Tabla 17 se muestra un resumen comparativo entre las emisiones de CO₂ del Parque Automovilístico Actual y el Escenario 1.

COMPARACIÓN COSTE AMBIENTAL DE CO ₂						
	COSTE ESCENARIO 1			PARQUE AUTOMOVILISTICO ACTUAL		
	Gasolina	Diesel	Eléctrico	Gasolina	Diesel	Eléctrico
	20,270 mill. Ton.	26,005 mill. Ton.	7,934 mill. Ton.	20,270 mill. Ton.	37,058 mill. Ton.	2.392,2 Ton.
TOTAL	54,209 millones Toneladas de CO ₂			57,328 millones Toneladas de CO ₂		

Tabla 17: Tabla comparativa del coste ambiental de CO₂ entre el Escenario 1 y el Parque Automovilístico Actual.

Las emisiones de CO₂ en este escenario han disminuido respecto al Parque Automovilístico del año 2014, sin embargo, no cumpliría la medida adoptada por la Unión Europea para el año 2015 donde las emisiones por vehículo era de 130 g/km haciendo un total de 52,356 millones de toneladas de CO₂ tal y como se mencionó en el capítulo 6.

9.1.2. COSTE ECONÓMICO ESCENARIO 1

En este apartado se va a calcular el coste que tendría sustituir el Parque Automovilístico actual por el Parque del Escenario 1.

El coste económico del Escenario 1 se verá afectado al sustituir los vehículos eléctricos por los diesel. En el capítulo 7 se vio el precio que tenía cada turismo según su tipo de combustible, ver Tabla 16.

En este Escenario se ha visto que los vehículos eléctricos han incrementado en 3.567.348 unidades. Si se calcula el coste de esta cantidad de turismos se tendría que:

$$(3.567.348) \text{turismos eléctricos} \times 3.636 \text{ €} = 1,30 \cdot 10^{10} \text{ €}$$

$$= \mathbf{13.000 \text{ millones de € en vehículos eléctricos.}}$$

Implantar el Escenario 1 tendría un coste económico de 13.000 millones de €.

La política de tecnología energética del SET-Plan implantada por la Comisión Europea [\[REF.9\]](#) en el año 2008 estimó un presupuesto previsto de 71.500 millones de €, por lo que implantar el Escenario 1 sería posible.

9.2. ESCENARIO 2

En este escenario, se sustituirán todos los turismos diesel pertenecientes a la Euro IV por vehículos eléctricos, debido a que los vehículos de gasóleo de esta Euro emiten mayor cantidad de partículas que los turismos de gasolina, al igual que sucede en el Escenario 1.

La Euro IV comprende entre los años 2005 y 2008, por tanto, según la Tabla 1, si se sustituyen todos los turismos de estos años, se debe de cambiar 3.803.051 turismos diesel por eléctricos.

En el apartado 6.3, dentro del Anexo 5, se puede observar la cantidad de emisiones de CO₂ procedentes de los vehículos diesel de los años 2005 al 2008.

- Año 2005 emite 3,176 millones de toneladas.
- Año 2006 emite 3,225 millones de toneladas.
- Año 2007 emite 3,174 millones de toneladas.
- Año 2008 emite 2,233 millones de toneladas.

Restando todas estas emisiones, se tendrían 11,808 millones de toneladas de CO₂ menos procedentes de los vehículos diesel.

A continuación, procediendo de la misma manera que en el apartado 6.3, se va a calcular las emisiones de CO₂ que tendrían los nuevos vehículos eléctricos:

$$121,823 \frac{g}{km} \times 50km \times 365 \text{ días} \times (1.076 + 3.803.051) \text{turismos} = 8.457.600.484 \text{ kg}$$
$$= \mathbf{8,458 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

Si se suman todas las toneladas de CO₂ procedente de los tres tipos de vehículos (gasolina, diesel y eléctricos) se obtiene:

$$20,270 \text{ mill. Ton Gasolina} + (37,058 - 11,808) \text{ mill. Ton Diesel}$$
$$+ 8,458 \text{ mill. Ton Eléctricos} = \mathbf{53,978 \text{ mill. Ton de CO}_2}.$$

El Parque Automovilístico del Escenario 2 tendría un total de 53,978 millones de toneladas, habiendo reducido en 3,350 millones de toneladas con el Parque Automovilístico actual.

Del mismo modo que en el Escenario 1, al sustituir estos vehículos no sólo se reducirán las emisiones de CO₂, sino que también se disminuirán las partículas como la materia particulada (PM), los óxidos de nitrógeno (NOx) y los óxidos de azufre (SOx), ya que los turismos pertenecientes a la Euro IV son de los turismos que más emisiones de estos tipos de partículas expulsaban a la atmósfera. Ver Imagen 10, Imagen 12 e Imagen 14.

Por tanto, con el Escenario 2, se tendrían las siguientes gráficas de las emisiones de dichas partículas.

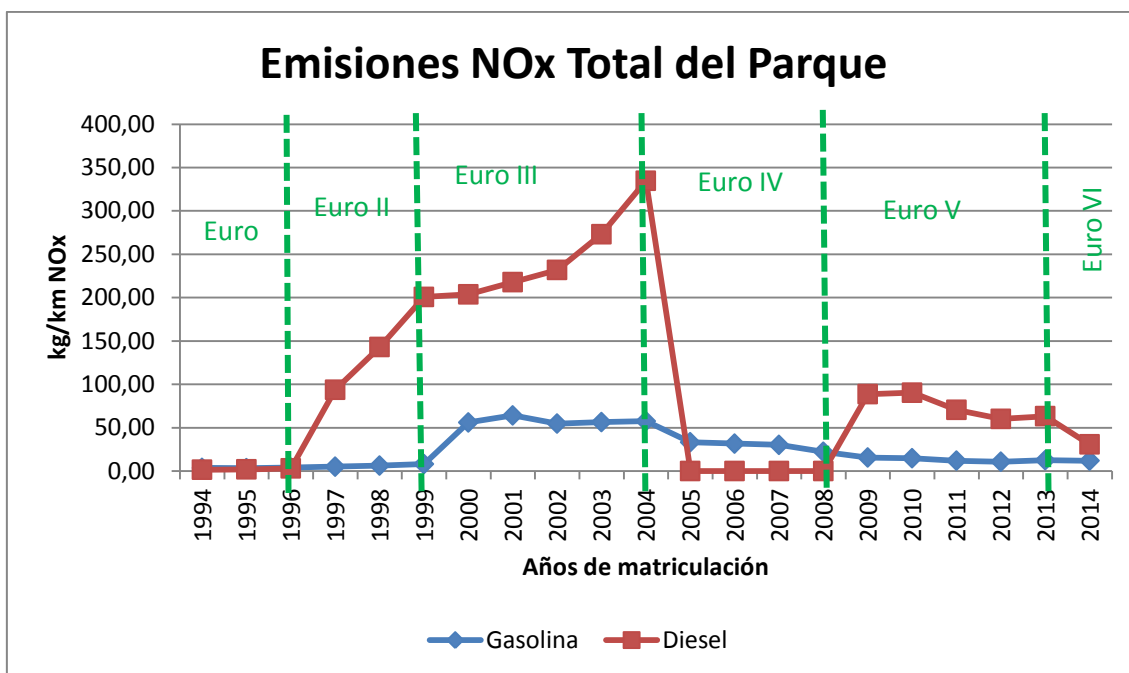


Imagen 22: Emisiones totales de NOx del Escenario 2 en zonas urbanas del Parque de vehículos de combustión interna.

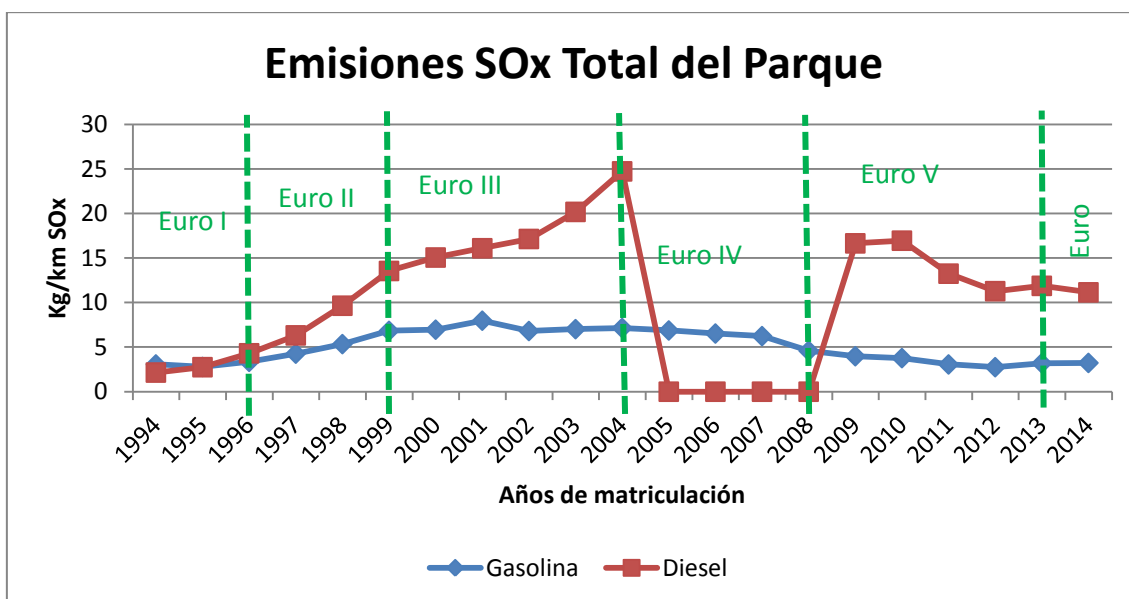


Imagen 23: Emisiones totales de SOx del Escenario 2 en zonas urbanas del Parque de vehículos de combustión interna.

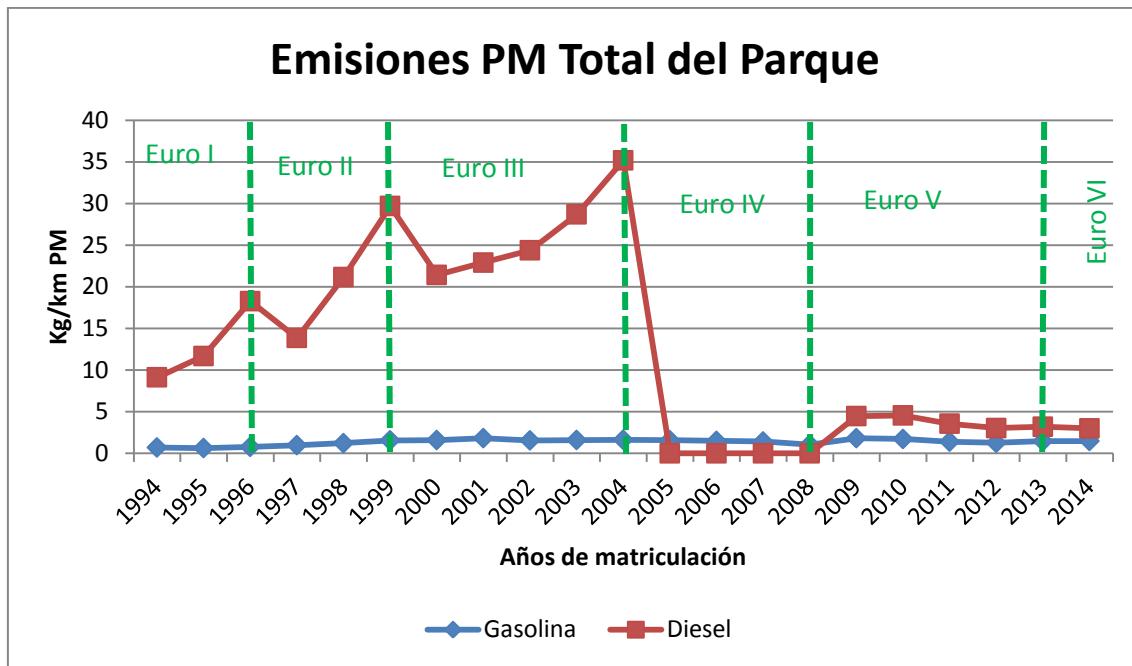


Imagen 24: Emisiones totales de PM del Escenario 2 en zonas urbanas del Parque de vehículos de combustión interna.

9.2.1. COMPARACIÓN DE RESULTADOS ESCENARIO 2

En la Tabla 18 se muestra un resumen comparativo entre las emisiones de CO₂ del Parque Automovilístico Actual y el Escenario 2.

COMPARACIÓN COSTE AMBIENTAL DE CO ₂						
	COSTE ESCENARIO 2			PARQUE AUTOMOVILISTICO ACTUAL		
	Gasolina	Diesel	Eléctrico	Gasolina	Diesel	Eléctrico
	20,270 mill. Ton.	25,250 mill. Ton.	8,458 mill. Ton.	20,270 mill. Ton.	37,058 mill. Ton.	2.392,2 Ton.
TOTAL	53,978 millones Toneladas			57,328 millones Toneladas		

Tabla 18: Tabla comparativa del coste ambiental de CO₂ entre el Escenario 2 y el Parque Automovilístico Actual.

En este Escenario las emisiones de CO₂ disminuyen respecto a las del Escenario 1 en 0,231 millones de toneladas, sin embargo, aún están por encima de las 52,356 millones de toneladas de CO₂ fijadas por la Unión Europea para el año 2015. Además, en este Escenario las emisiones de NO_x, SO_x y PM son superiores en el Escenario 2.

9.2.2. COSTE ECONÓMICO ESCENARIO 2

De la misma forma que en el Escenario anterior, se va a calcular el coste económico que resultaría de implantar el Escenario 2. En el Escenario 2 se ha producido un aumento de 3.803.051 vehículos eléctricos.

$$(3.803.051) \text{turismos eléctricos} \times 3.636 \text{ €} = 1,38 \cdot 10^{10} \text{ €}$$

$$= \mathbf{13.800 \text{ millones de € en vehículos eléctricos.}}$$

El coste económico para implantar el Escenario 2 es de 13.793 millones de €.

Implantar este Escenario con el presupuesto previsto por el SET-Plan sería posible, sin embargo, el coste económico del Escenario 2 aumentaría en 800€ respecto al Escenario 1, por tanto, teniendo en cuenta que las partículas NO_x, SO_x y PM también son superiores en este Escenario, sería más beneficioso implantar el Escenario 1.

9.3. ESCENARIO 3

Dado que en el Escenario 1 se tiene la ventaja de que se emiten menos partículas NO_x, SO_x y PM y en el Escenario 2 se tiene la ventaja de que se emite menos cantidad de CO₂, en este Escenario se van a sustituir todos los vehículos comprendidos entre la Euro III y la Euro IV por vehículos eléctricos.

En el Escenario 3 se cambiarían un total de 7.370.399 de turismos diesel por eléctricos. Restando todas las emisiones de los años 2000 al 2008 se reducirían 22,861 millones de toneladas de CO₂ procedentes de los vehículos diesel.

A continuación se va a calcular las emisiones que tendrían los nuevos vehículos eléctricos:

$$121,823 \frac{g}{km} \times 50km \times 365 \text{ días} \times (1.076 + 3.567.348 + 3.803.051) \text{turismos}$$

$$= 16.388.777.380 \text{ kg} = \mathbf{16,389 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

Si se suman todas las toneladas de CO₂ procedente de los tres tipos de vehículos (gasolina, diesel y eléctricos) se obtiene:

$$20,270 \text{ mill. Ton Gasolina} + (37,058 - 22,861) \text{ mill. Ton Diesel}$$

$$+ 16,389 \text{ mill. Ton Eléctricos} = \mathbf{50,856 \text{ mill. Ton de CO}_2}.$$

El Parque Automovilístico del Escenario 3 emitiría un total de 50,856 millones de toneladas de CO₂, habiendo reducido en 6,472 millones de toneladas con el Parque Automovilístico actual.

Como en los anteriores Escenarios, también se reducirán las partículas de materia particulada, óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre, quedando como se muestra en las siguientes imágenes.

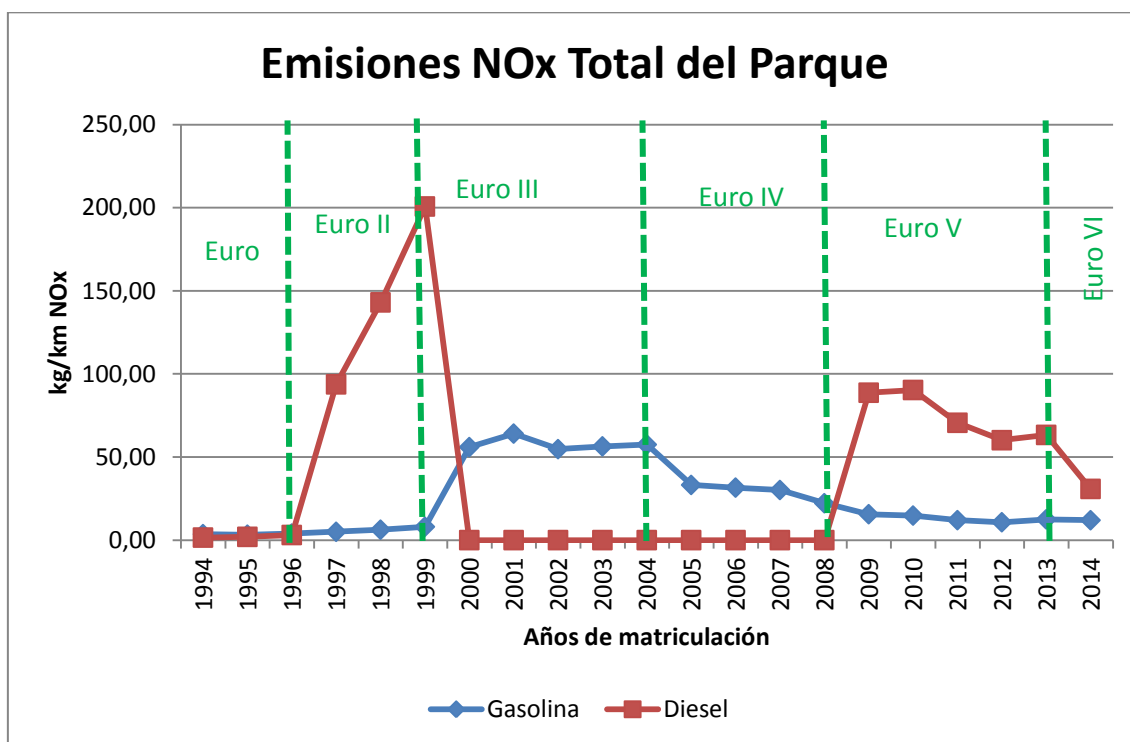


Imagen 25: Emisiones totales de NOx del Escenario 3 en zonas urbanas del Parque de vehículos de combustión interna.

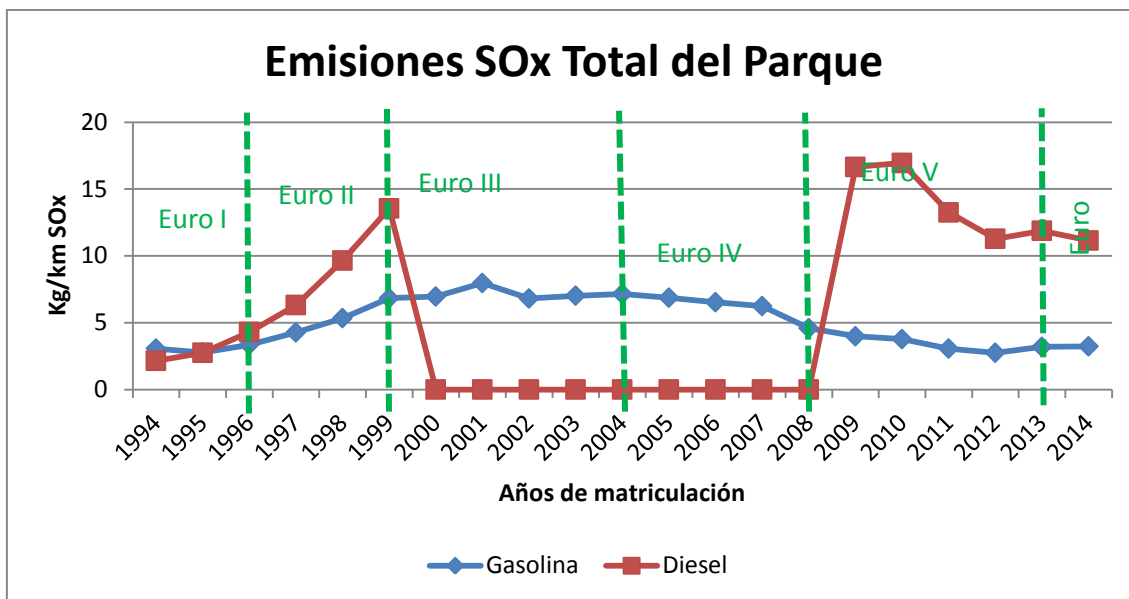


Imagen 26: Emisiones totales de SOx del Escenario en zonas urbanas del Parque de vehículos de combustión interna.

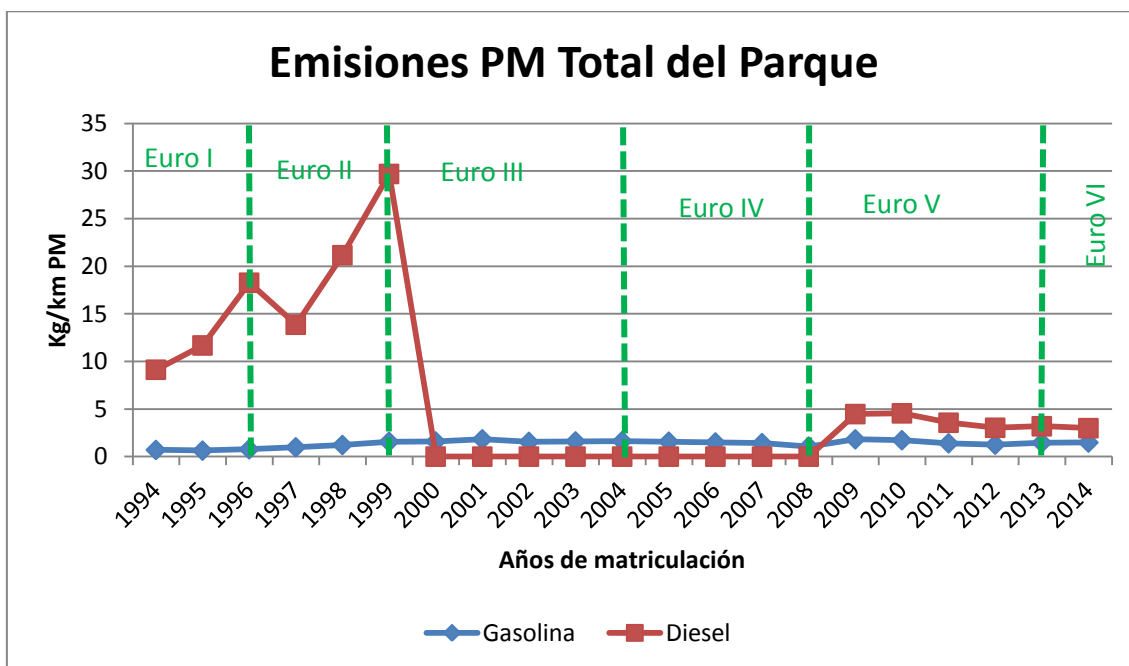


Imagen 27: Emisiones totales de PM del Escenario 3 en zonas urbanas del Parque de vehículos de combustión interna.

9.3.1. COMPARACIÓN DE RESULTADOS ESCENARIO 3

En la Tabla 19 se muestra un resumen comparativo entre las emisiones de CO₂ del Parque Automovilístico Actual y el Escenario 3.

COMPARACIÓN COSTE AMBIENTAL DE CO ₂						
	COSTE ESCENARIO 3			PARQUE AUTOMOVILISTICO ACTUAL		
	Gasolina	Diesel	Eléctrico	Gasolina	Diesel	Eléctrico
	20,270 mill. Ton.	14,197 mill. Ton.	16,389 mill. Ton.	20,270 mill. Ton.	38,614 mill. Ton.	2.321 Ton.
TOTAL	50,856 millones Toneladas			57,328 millones Toneladas		

Tabla 19: Tabla comparativa del coste ambiental de CO₂ entre el Escenario 3 y el Parque Automovilístico Actual.

Este Escenario es claramente el más beneficioso con respecto al resto, puesto que se produce una reducción significativa en las emisiones de CO₂, reduciendo incluso las emisiones fijadas por la Unión Europea para el año 2015. Además, en este Escenario también se reducen las emisiones de partículas de NO_x, SO_x y PM en zonas urbanas, por lo que sería el Escenario ideal.

9.3.2. COSTE ECONÓMICO ESCENARIO 3

Se va a calcular el coste económico del Escenario 3 tal y como se ha hecho para los dos Escenarios anteriores. En este caso, el incremento de coches eléctricos es de 7.370.399 turismos.

$$\begin{aligned}
 (7.370.399) \text{ turismos eléctricos} \times 3.636 \text{ €} &= 2,68 \cdot 10^{10} \text{ €} \\
 &= \mathbf{26.800 \text{ millones de € en vehículos eléctricos.}}
 \end{aligned}$$

El coste económico para implantar el Escenario 3 es de 26.800 millones de €.

Este Escenario costaría un total de 13.800 millones de € más respecto al Escenario 1, aunque también estaría dentro del presupuesto previsto para la política del SET-Plan. Además, en el Escenario 3 las emisiones de NO_x, SO_x y PM se reducirían notablemente con respecto a los dos Escenarios anteriores, por lo que este Escenario, a pesar de ser un poco más costoso, sería más beneficioso para el medio ambiente.

9.4. RESUMEN DE ESCENARIOS

En este apartado se van a comparar los tres Escenarios vistos en el capítulo 9. En la Tabla 23 se pueden observar los resultados obtenidos del coste ambiental y el coste económico que tendría implementar cada Escenario.

RESUMEN DE ESCENARIOS		
	COSTE AMBIENTAL DE CO ₂	COSTE ECONÓMICO
ESCENARIO 1	54,209 mill de Toneladas	13.000 €
ESCENARIO 2	53,978 mill de Toneladas	13.793 €
ESCENARIO 3	50,856 mill de Toneladas	26.800 €

Tabla 20: Tabla resumen de los tres Escenarios estudiados.

Tal y como se ha mencionado, el Escenario 3 a pesar de ser el más costoso, es el único que cumple con las emisiones fijadas de CO₂ por la Unión Europea para el año 2015, además de ser el Escenario que más reduce las partículas de PM, NO_x y SO_x.



10. CONCLUSIONES.

En este proyecto se han estudiado las emisiones que tiene el Parque Automovilístico de España en el año 2014 y se ha visto que están por encima de la normativa adoptada por Europa.

Se ha llevado a cabo la estrategia de sustitución de los vehículos que más emisiones realizaban al medio ambiente por vehículos completamente eléctricos, y se ha visto que la mejor medida es sustituir los vehículos diesel comprendidos entre las Euro III y las Euro IV, es decir, con fecha de matriculación entre los años 2000 a 2008. Además, poner en práctica esta medida sería posible desde el punto de vista económico, ya que está dentro del presupuesto previsto por la política del SET-Plan.

El único y principal inconveniente de implantar esta estrategia de sustitución es las limitaciones que tienen los vehículos eléctricos, mencionadas en el capítulo 7.



11. ANEXOS.

11.1. ANEXO 1. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA GREET.

GREET 2013 es un programa que proporciona al usuario un fácil manejo y herramientas totalmente gráficas para realizar simulaciones de análisis de ciclo de vida de combustibles alternativos al transporte y tecnologías de vehículos. Esta nueva herramienta incluye datos del modelo GREET, un algoritmo rápido para el procesamiento y una interfaz de usuario interactiva. La interfaz permite un desarrollo más rápido utilizando una representación gráfica de cada elemento en el modelo y también permite agregar y modificar datos en el apartado de edición.

Para un sistema de vehículo y combustible dado, GREET separado calcula lo siguiente:

- El consumo de energía total (energía de fuentes no renovables y renovables), los combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón juntos), el petróleo, el carbón y el gas natural.
- Las emisiones de gases de efecto invernadero equivalentes de CO₂ - principalmente de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O).
- Las emisiones de los seis contaminantes criterio: compuestos orgánicos volátiles (VOC), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), partículas con un tamaño inferior a 10 micras (PM₁₀), partículas con tamaño inferior a 2,5 micras (PM_{2.5}), y los óxidos de azufre (SO_x).

GREET consta de cuatro paneles principales en los que se puede trabajar:

1. WTP (Well-to-Pump)
2. WTW (Well-to-Wheels)
3. "Data Editors"
4. "Simulation Parameters"

1. En el panel de “Simulation Parameters” se pueden diferenciar claramente tres zonas (ver Imagen 28)

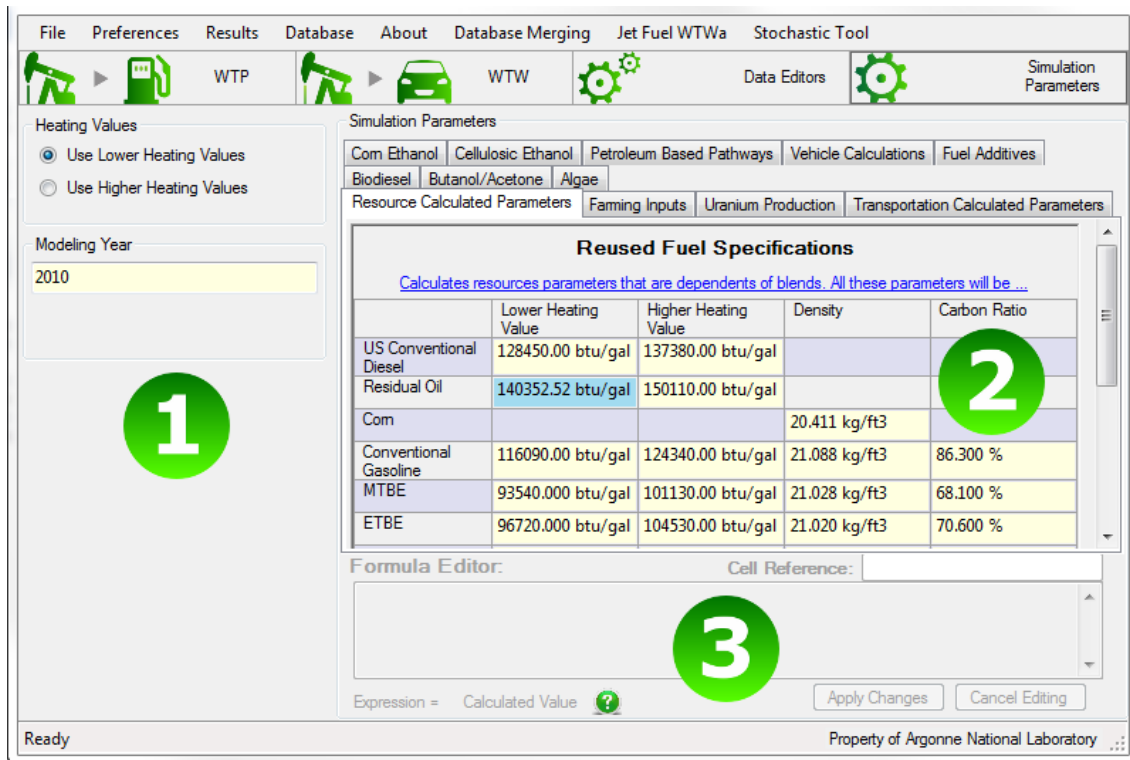


Imagen 28: Zonas del panel “Simulation Parameters”. Fuente: Argonne GREET.

En la zona 1 se muestran diferentes opciones. Incluye la selección usada entre valores bajos de calentamiento o los valores altos para convertir diferentes cantidades de material a cantidades de energía. En la zona 2 aparecen las tablas que muestran los valores de entrada, mientras que en la zona 3 se muestra el área para cambiar una fórmula utilizada en una celda de la zona 2.

- En el panel WTP (Well-to-Pump) los cálculos se harán automáticamente o manualmente pulsando la tecla F9. En este panel también se pueden diferenciar tres zonas como se muestra en la Imagen 29.

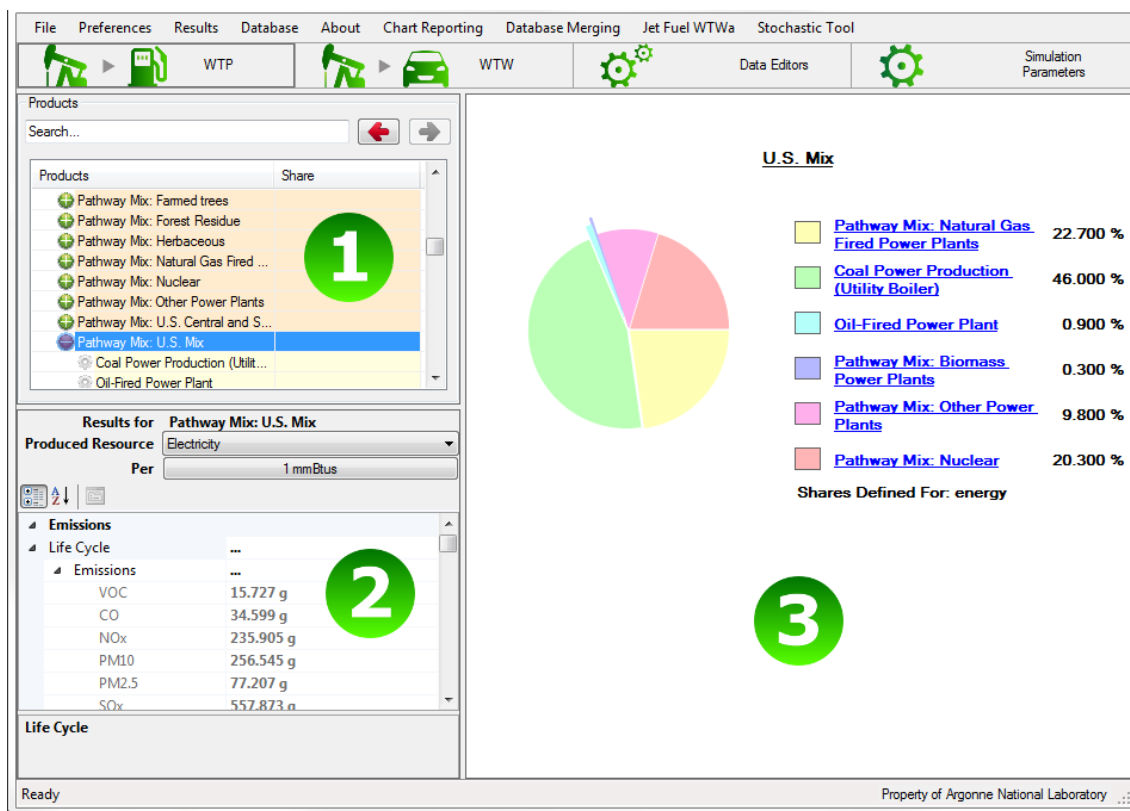


Imagen 29: Zonas del panel "Well-to-Pump" (WTP). Fuente: Argonne GREET.

En la zona 1 se puede seleccionar el camino que se quiere analizar, la zona 2 muestra los resultados relacionados con el camino seleccionado y en la zona 3 se muestra una representación gráfica de ese camino.

- Otro panel que se puede encontrar en GREET es "Data Editor". En él, se podrá añadir o editar recursos ya existentes, modificar tecnologías de GREET, crear o modificar procesos (procesos estacionarios frente a procesos no estacionarios), crear o editar procesos de transporte, crear o cambiar los parámetros de un modelo, cambiar los parámetros de un vehículo como el combustible utilizado, el consumo de energía y las emisiones y modificar o crear las propiedades de las emisiones de los gases entre otras cosas.

4. Y por último, otro panel que se puede encontrar en GREET, y en el que este proyecto se va a centrar, es el panel de WTW (Well-to-Wheels). En este panel se pueden utilizar todas las tecnologías disponibles en la base de datos de los vehículos y explorar los resultados. Estos resultados representan el impacto del ciclo de vida del vehículo en términos de energía y de las emisiones (ver Imagen 30).

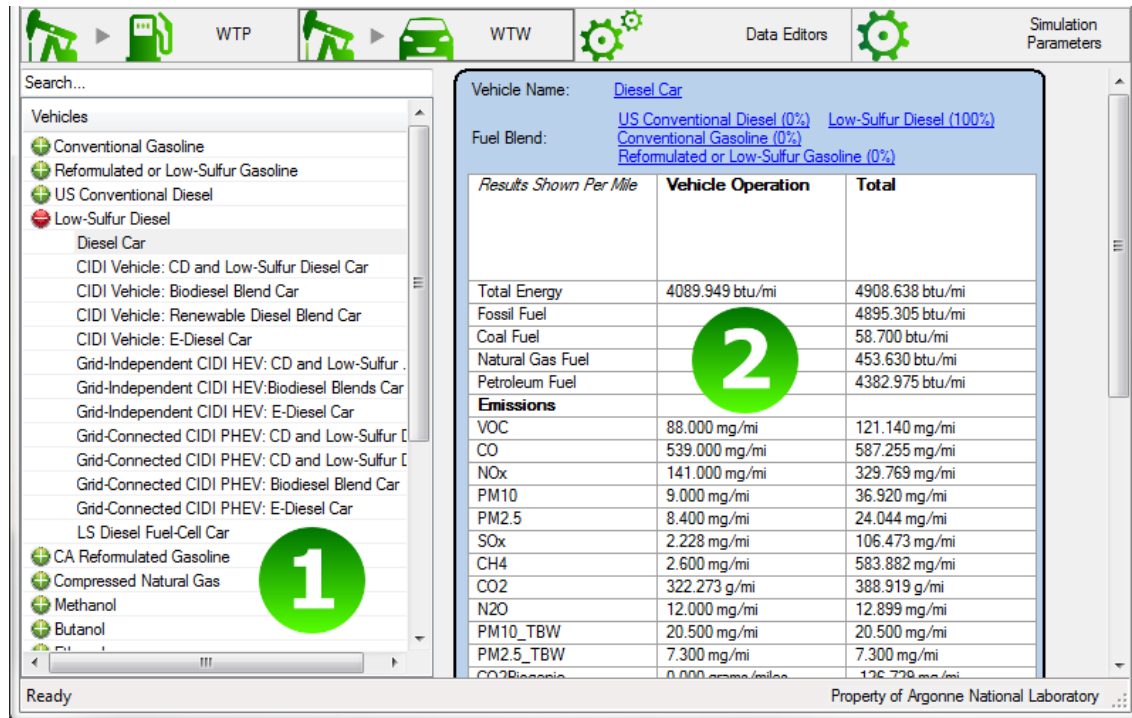


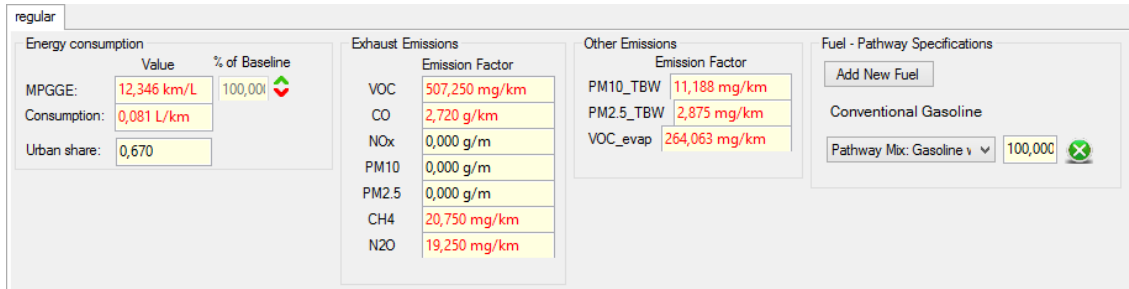
Imagen 30: Panel principal "Well-to-Wheels" (WTW). Fuente: Argonne GREET.

Como se puede ver en la Imagen 30, el panel de WTW (Well-to-Wheels) está compuesto por dos zonas principales. En la zona de la izquierda, zona 1, es donde se puede elegir el tipo de vehículo. Estos vehículos están clasificados según el combustible utilizado y si el vehículo está accionado por una mezcla de combustibles, basta con seleccionar uno de ellos. En la zona de la derecha, zona 2, se muestran los resultados del vehículo seleccionado.

11.2. ANEXO 2. MODELADO DE VEHÍCULOS DE GASOLINA EN GREET.

11.2.1. Turismo gasolina año 1995

En la Imagen 31 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro I y los factores de emisión para los turismos de gasolina de este año.



The screenshot shows the GREET software interface for modeling a 1995 gasoline car. The 'regular' tab is selected. The 'Energy consumption' section shows a value of 12,346 km/L and a percentage of 100,00% of the baseline. The 'Exhaust Emissions' section lists factors for VOC (507,250 mg/km), CO (2,720 g/km), NOx (0,000 g/m), PM10 (0,000 g/m), PM2.5 (0,000 g/m), CH4 (20,750 mg/km), and N2O (19,250 mg/km). The 'Other Emissions' section lists factors for PM10_TBW (11,188 mg/km), PM2.5_TBW (2,875 mg/km), and VOC_evap (264,063 mg/km). The 'Fuel - Pathway Specifications' section shows 'Conventional Gasoline' and a 'Pathway Mix' of Gasoline at 100,000.

Imagen 31: Creación del vehículo de gasolina en GREET del año 1995.

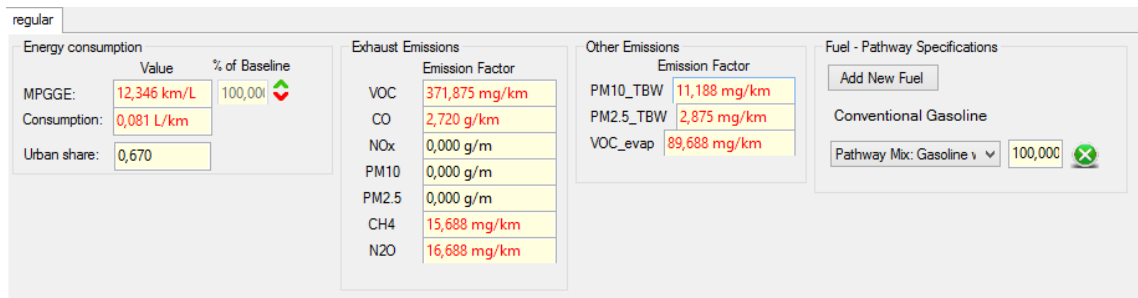
En la Tabla 21 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DE GASOLINA AÑO 1995		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	469,792Wh	601,155Wh
EMISIONES		
VOC	507,250 mg	554,645 mg
CO	2,720 g	2,745 g
NOx	0 mg	95,323 mg
PM10	0 mg	11,491 mg
PM2,5	0 mg	7,585 mg
SOx	1,985 mg	60,845 mg
CH4	20,750 mg	209,222 mg
CO2	116,438 g	150,518 g
N2O	19,250 mg	25,211 mg
Gas efecto Invernadero	121,159 g	161,857 g
URBANO		
VOC	339,858 mg	343,125 mg
CO	1,822 g	1,829 g
NOx	0 mg	17,187 mg
PM10	0 mg	3,344 mg
PM2,5	0 mg	2,036 mg
SOx	1,330 mg	14,638 mg
CH4	13,903 mg	19,060 mg
CO2	78,013 g	89,901 g
N2O	12,898 mg	13,062 mg

Tabla 21: Resultados de un coche de gasolina del año 1995 en GREET.

11.2.2. Turismo gasolina año 1996.

En la Imagen 32 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro I y los factores de emisión para los turismos de gasolina de este año.



The screenshot shows the GREET software interface for modeling a 1996 gasoline car. The 'regular' tab is selected. The 'Energy consumption' section shows MPGGE at 12,346 km/L (100,00% of baseline) and Consumption at 0,081 L/km. The 'Urban share' is 0,670. The 'Exhaust Emissions' section lists factors for VOC (371,875 mg/km), CO (2,720 g/km), NOx (0,000 g/m), PM10 (0,000 g/m), PM2.5 (0,000 g/m), CH4 (15,688 mg/km), and N2O (16,688 mg/km). The 'Other Emissions' section lists factors for PM10_TBW (11,188 mg/km), PM2.5_TBW (2,875 mg/km), and VOC_evap (89,688 mg/km). The 'Fuel - Pathway Specifications' section shows 'Conventional Gasoline' and 'Pathway Mix: Gasoline' with a value of 100,000.

Imagen 32: Creación del vehículo de gasolina en GREET del año 1996.

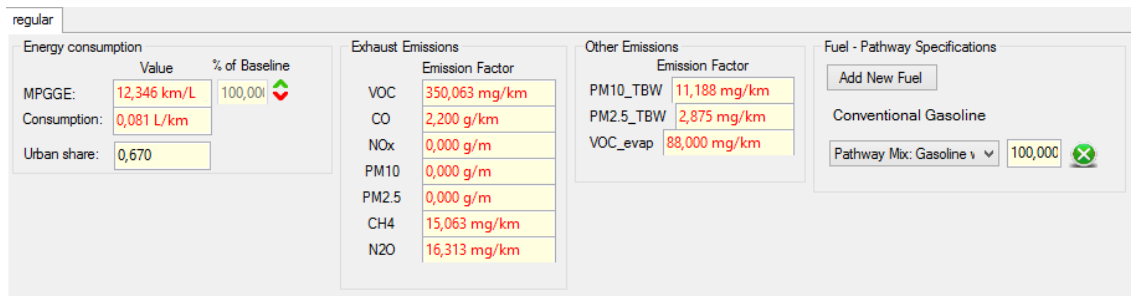
En la Tabla 22 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DE GASOLINA AÑO 1996		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	469,792Wh	601,155Wh
EMISIONES		
VOC	371,875 mg	419,270 mg
CO	2,720 g	2,745 g
NOx	0 mg	95,323 mg
PM10	0 mg	11,491 mg
PM2,5	0 mg	7,585 mg
SOx	1,985 mg	60,845 mg
CH4	15,688 mg	204,160 mg
CO2	117,417 g	151,497 g
N2O	16,688 mg	22,649 mg
Gas efecto Invernadero	120,283 g	160,981 g
URBANO		
VOC	249,156 mg	252,424 mg
CO	1,822 g	1,829 g
NOx	0 mg	17,187 mg
PM10	0 mg	3,344 mg
PM2,5	0 mg	2,036 mg
SOx	1,330 mg	14,638 mg
CH4	10,511 mg	15,668 mg
CO2	78,669 g	90,558 g
N2O	11,181 mg	11,346 mg

Tabla 22: Resultados de un coche de gasolina del año 1996 en GREET.

11.2.3. Turismo gasolina año 1997.

En la Imagen 33 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro II y los factores de emisión para los turismos de gasolina de este año.



The screenshot shows the GREET software interface for a 1997 gasoline car. The 'regular' tab is selected. The 'Energy consumption' section shows MPGGE: 12,346 km/L, Consumption: 0,081 L/km, and Urban share: 0,670. The 'Exhaust Emissions' section lists factors for VOC (350,063 mg/km), CO (2,200 g/km), NOx (0,000 g/m), PM10 (0,000 g/m), PM2.5 (0,000 g/m), CH4 (15,063 mg/km), and N2O (16,313 mg/km). The 'Other Emissions' section lists factors for PM10_TBW (11,188 mg/km), PM2.5_TBW (2,875 mg/km), and VOC_evap (88,000 mg/km). The 'Fuel - Pathway Specifications' section shows 'Add New Fuel' and 'Conventional Gasoline' with a 'Pathway Mix: Gasoline' dropdown set to 100,000.

Imagen 33: Creación del vehículo de gasolina en GREET del año 1997.

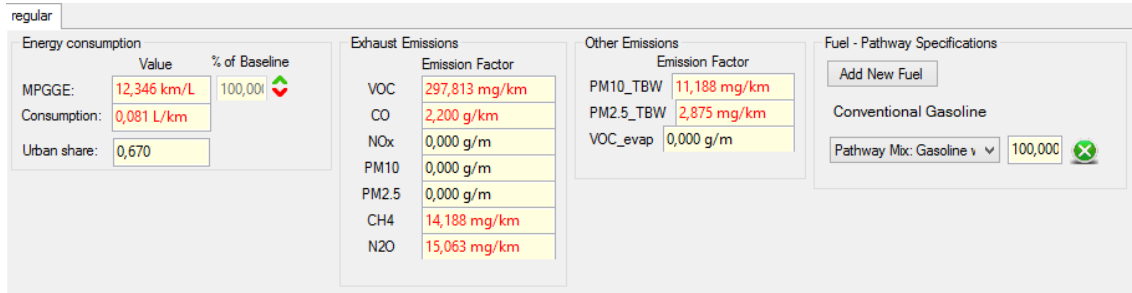
En la Tabla 23 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DE GASOLINA AÑO 1997		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	469,792Wh	601,155Wh
EMISIONES		
VOC	350,063 mg	397,458 mg
CO	2,200 g	2,225 g
NOx	0 mg	95,323 mg
PM10	0 mg	11,491 mg
PM2,5	0 mg	7,585 mg
SOx	1,985 mg	60,845 mg
CH4	15,063 mg	203,535 mg
CO2	118,309 g	152,389 g
N2O	16,313 mg	22,274 mg
Gas efecto Invernadero	120,157 g	160,856 g
URBANO		
VOC	234,542 mg	237,810 mg
CO	1,822 g	1,480 g
NOx	0 mg	17,187 mg
PM10	0 mg	3,344 mg
PM2,5	0 mg	2,036 mg
SOx	1,330 mg	14,638 mg
CH4	10,092 mg	15,250 mg
CO2	79,267 g	91,155 g
N2O	10,930 mg	11,094 mg

Tabla 23: Resultados de un coche de gasolina del año 1997 en GREET.

11.2.4. Turismo gasolina año 1998

En la Imagen 34 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro II y los factores de emisión para los turismos de gasolina de este año.



The screenshot shows the GREET software interface for configuring a 1998 gasoline car. The 'regular' tab is selected. The 'Energy consumption' section shows MPGGE at 12,346 km/L (100,00% of baseline) and Consumption at 0,081 L/km. The 'Exhaust Emissions' section lists factors for VOC (297,813 mg/km), CO (2,200 g/km), NOx (0,000 g/m), PM10 (0,000 g/m), PM2.5 (0,000 g/m), CH4 (14,188 mg/km), and N2O (15,063 mg/km). The 'Other Emissions' section lists factors for PM10_TBW (11,188 mg/km), PM2.5_TBW (2,875 mg/km), and VOC_evap (0,000 g/m). The 'Fuel - Pathway Specifications' section shows 'Conventional Gasoline' and 'Pathway Mix: Gasoline v' set to 100,000.

Imagen 34: Creación del vehículo de gasolina en GREET del año 1998.

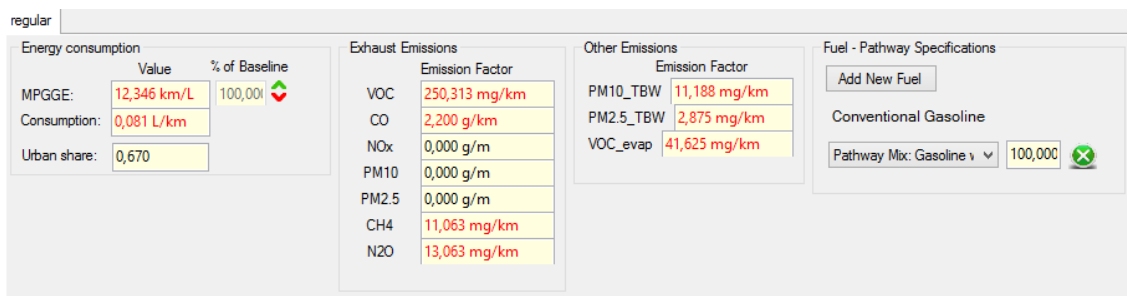
En la Tabla 24 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DE GASOLINA AÑO 1998		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	469,792Wh	601,155Wh
EMISIONES		
VOC	297,813 mg	345,208 mg
CO	2,200 g	2,225 g
NOx	0 mg	95,323 mg
PM10	0 mg	11,491 mg
PM2,5	0 mg	7,585 mg
SOx	1,985 mg	60,845 mg
CH4	14,188 mg	202,660 mg
CO2	118,749 g	152,829 g
N2O	15,063 mg	21,024 mg
Gas efecto Invernadero	119,765 g	160,464 g
URBANO		
VOC	199,535 mg	202,802 mg
CO	1,822 g	1,480 g
NOx	0 mg	17,187 mg
PM10	0 mg	3,344 mg
PM2,5	0 mg	2,036 mg
SOx	1,330 mg	14,638 mg
CH4	9,506 mg	14,663 mg
CO2	79,562 g	91,450 g
N2O	10,092 mg	10,257 mg

Tabla 24: Resultados de un coche de gasolina del año 1998 en GREET.

11.2.5. Turismo gasolina año 1999

En la Imagen 35 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro II y los factores de emisión para los turismos de gasolina de este año.



The screenshot shows the GREET software interface for a 1999 gasoline car. The 'Energy consumption' section displays MPGGE at 12,346 km/L (100,00% of baseline) and Consumption at 0,081 L/km. The 'Exhaust Emissions' section lists factors for VOC (250,313 mg/km), CO (2,200 g/km), NOx (0,000 g/m), PM10 (0,000 g/m), PM2.5 (0,000 g/m), CH4 (11,063 mg/km), and N2O (13,063 mg/km). The 'Other Emissions' section lists factors for PM10_TBW (11,188 mg/km), PM2.5_TBW (2,875 mg/km), and VOC_evap (41,625 mg/km). The 'Fuel - Pathway Specifications' section shows 'Conventional Gasoline' and 'Pathway Mix: Gasoline' with a value of 100,000.

Imagen 35: Creación del vehículo de gasolina en GREET del año 1999.

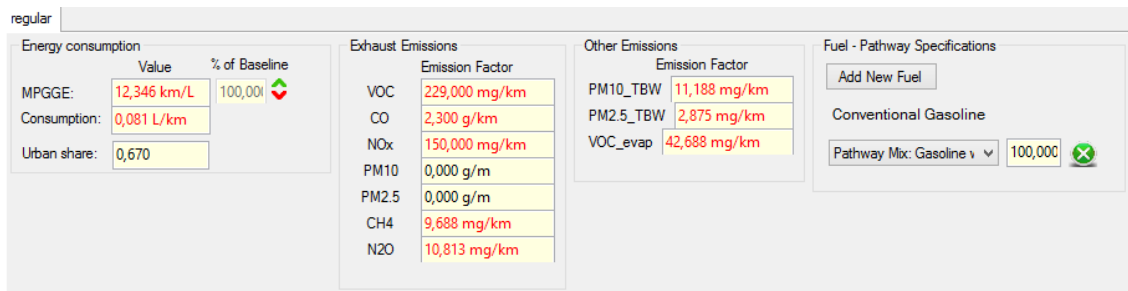
En la Tabla 25 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DE GASOLINA AÑO 1999		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	469,792Wh	601,155Wh
EMISIONES		
VOC	250,313 mg	297,708 mg
CO	2,200 g	2,225 g
NOx	0 mg	95,323 mg
PM10	0 mg	11,491 mg
PM2,5	0 mg	7,585 mg
SOx	1,985 mg	60,845 mg
CH4	11,063 mg	199,535 mg
CO2	118,775 g	152,856 g
N2O	13,063 mg	19,024 mg
Gas efecto Invernadero	119,100 g	159,798 g
URBANO		
VOC	167,710 mg	170,977 mg
CO	1,474 g	1,480 g
NOx	0 mg	17,187 mg
PM10	0 mg	3,344 mg
PM2,5	0 mg	2,036 mg
SOx	1,330 mg	14,638 mg
CH4	7,412 mg	12,570 mg
CO2	79,580 g	91,468 g
N2O	8,752 mg	8,917 mg

Tabla 25: Resultados de un coche de gasolina del año 1999 en GREET.

11.2.6. Turismo gasolina año 2000

En la Imagen 36 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro III y los factores de emisión para los turismos de gasolina de este año.



Energy consumption		Exhaust Emissions		Other Emissions		Fuel - Pathway Specifications	
	Value	% of Baseline		Emission Factor		Emission Factor	
MPGGE:	12,346 km/L	100,00%	VOC	229,000 mg/km	PM10_TBW	11,188 mg/km	Add New Fuel Conventional Gasoline Pathway Mix: Gasoline v 100,000
Consumption:	0,081 L/km		CO	2,300 g/km	PM2.5_TBW	2,875 mg/km	
Urban share:	0,670		NOx	150,000 mg/km	VOC_evap	42,688 mg/km	
			PM10	0,000 g/m			
			PM2.5	0,000 g/m			
			CH4	9,688 mg/km			
			N2O	10,813 mg/km			

Imagen 36: Creación del vehículo de gasolina en GREET del año 2000.

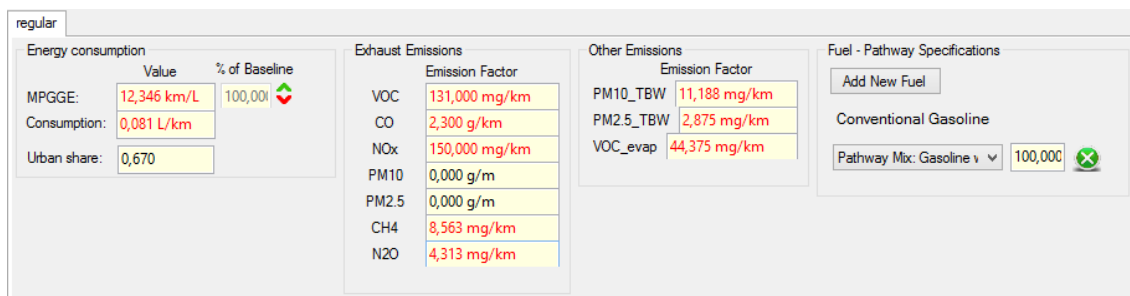
En la Tabla 26 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DE GASOLINA AÑO 2000		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	469,792Wh	601,155Wh
EMISIONES		
VOC	229,000 mg	276,395 mg
CO	2,300 g	2,325 g
NOx	150,000 mg	245,323 mg
PM10	0 mg	11,491 mg
PM2,5	0 mg	7,585 mg
SOx	1,985 mg	60,845 mg
CH4	9,688 mg	198,160 mg
CO2	118,685 g	152,766 g
N2O	10,813 mg	16,774 mg
Gas efecto Invernadero	118,399 g	159,097 g
URBANO		
VOC	153,430 mg	156,697 mg
CO	1,541 g	1,547 g
NOx	100,500 mg	117,687 mg
PM10	0 mg	3,344 mg
PM2,5	0 mg	2,036 mg
SOx	1,330 mg	14,638 mg
CH4	6,491 mg	11,648 mg
CO2	79,519 g	91,407 g
N2O	7,245 mg	7,409 mg

Tabla 26: Resultados de un coche de gasolina del año 2000 en GREET.

11.2.7. Turismo gasolina año 2001

En la Imagen 37 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro III y los factores de emisión para los turismos de gasolina de este año.



The screenshot shows the GREET software interface for a 2001 gasoline car. The 'regular' tab is selected. The 'Energy consumption' section shows MPGGE at 12,346 km/L (100,00% of baseline) and Consumption at 0,081 L/km. The 'Urban share' is 0,670. The 'Exhaust Emissions' section lists factors for VOC (131,000 mg/km), CO (2,300 g/km), NOx (150,000 mg/km), PM10 (0,000 g/m), PM2.5 (0,000 g/m), CH4 (8,563 mg/km), and N2O (4,313 mg/km). The 'Other Emissions' section lists factors for PM10_TBW (11,188 mg/km), PM2.5_TBW (2,875 mg/km), and VOC_evap (44,375 mg/km). The 'Fuel - Pathway Specifications' section shows 'Conventional Gasoline' and 'Pathway Mix: Gasoline' with a value of 100,000.

Imagen 37: Creación del vehículo de gasolina en GREET del año 2001.

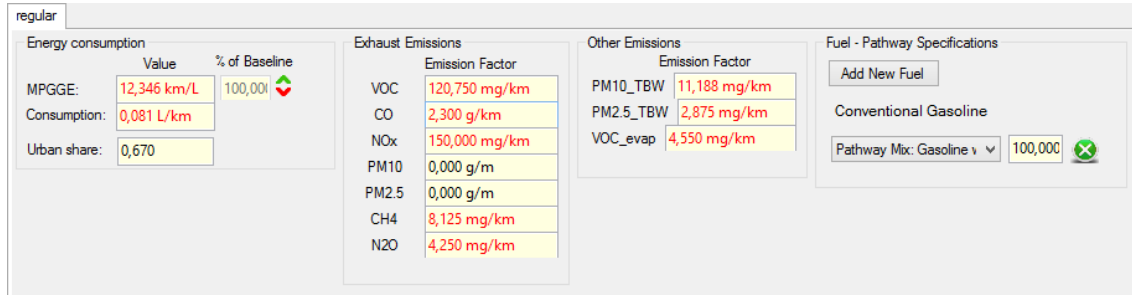
En la Tabla 27 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DE GASOLINA AÑO 2001		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	469,792Wh	601,155Wh
EMISIONES		
VOC	131,000 mg	178,395 mg
CO	2,300 g	2,325 g
NOx	150,000 mg	245,323 mg
PM10	0 mg	11,491 mg
PM2,5	0 mg	7,585 mg
SOx	1,985 mg	60,845 mg
CH4	8,563 mg	197,035 mg
CO2	118,988 g	153,069 g
N2O	4,413 mg	10,274 mg
Gas efecto Invernadero	116,437 g	157,135 g
URBANO		
VOC	87,770 mg	91,037 mg
CO	1,541 g	1,547 g
NOx	100,500 mg	117,687 mg
PM10	0 mg	3,344 mg
PM2,5	0 mg	2,036 mg
SOx	1,330 mg	14,638 mg
CH4	5,737 mg	10,895 mg
CO2	79,722 g	91,610 g
N2O	2,890 mg	3,054 mg

Tabla 27: Resultados de un coche de gasolina del año 2001 en GREET.

11.2.8. Turismo gasolina año 2002

En la Imagen 38 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro III y los factores de emisión para los turismos de gasolina de este año.



Energy consumption		Exhaust Emissions		Other Emissions		Fuel - Pathway Specifications	
	Value	% of Baseline		Emission Factor		Emission Factor	
MPGGE:	12,346 km/L	100,00%	VOC	120,750 mg/km	PM10_TBW	11,188 mg/km	Add New Fuel Conventional Gasoline Pathway Mix: Gasoline v 100,000
Consumption:	0,081 L/km		CO	2,300 g/km	PM2.5_TBW	2,875 mg/km	
Urban share:	0,670		NOx	150,000 mg/km	VOC_evap	4,550 mg/km	
			PM10	0,000 g/m			
			PM2.5	0,000 g/m			
			CH4	8,125 mg/km			
			N2O	4,250 mg/km			

Imagen 38: Creación del vehículo de gasolina en GREET del año 2002.

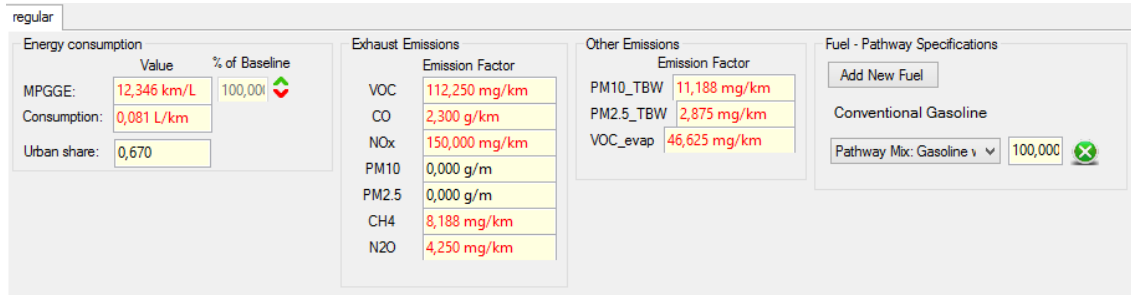
En la Tabla 28 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DE GASOLINA AÑO 2002		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	469,792Wh	601,155Wh
EMISIONES		
VOC	120,750 mg	168,145 mg
CO	2,300 g	2,325 g
NOx	150,000 mg	245,323 mg
PM10	0 mg	11,491 mg
PM2,5	0 mg	7,585 mg
SOx	1,985 mg	60,845 mg
CH4	8,125 mg	196,597 mg
CO2	119,146 g	153,226 g
N2O	4,250 mg	10,211 mg
Gas efecto Invernadero	116,408 g	157,107 g
URBANO		
VOC	80,903 mg	84,170 mg
CO	1,541 g	1,547 g
NOx	100,500 mg	117,687 mg
PM10	0 mg	3,344 mg
PM2,5	0 mg	2,036 mg
SOx	1,330 mg	14,638 mg
CH4	5,444 mg	10,601 mg
CO2	79,828 g	91,716 g
N2O	2,848 mg	3,012 mg

Tabla 28: Resultados de un coche de gasolina del año 2002 en GREET.

11.2.9. Turismo gasolina año 2003

En la Imagen 39 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro III y los factores de emisión para los turismos de gasolina de este año.



The screenshot shows the GREET software interface for a 2003 gasoline car. The 'regular' tab is selected. The 'Energy consumption' section shows MPGGE: 12,346 km/L (100,00% of baseline) and Consumption: 0,081 L/km. The 'Exhaust Emissions' section lists factors for VOC (112,250 mg/km), CO (2,300 g/km), NOx (150,000 mg/km), PM10 (0,000 g/m), PM2.5 (0,000 g/m), CH4 (8,188 mg/km), and N2O (4,250 mg/km). The 'Other Emissions' section lists factors for PM10_TBW (11,188 mg/km), PM2.5_TBW (2,875 mg/km), and VOC_evap (46,625 mg/km). The 'Fuel - Pathway Specifications' section shows 'Conventional Gasoline' and 'Pathway Mix: Gasoline' with a value of 100,000.

Imagen 39: Creación del vehículo de gasolina en GREET del año 2003.

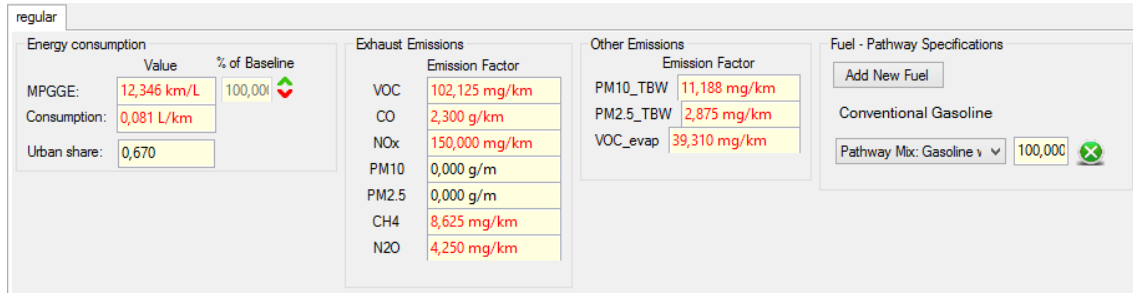
En la Tabla 29 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DE GASOLINA AÑO 2003		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	469,792Wh	601,155Wh
EMISIONES		
VOC	112,250 mg	159,645 mg
CO	2,300 g	2,325 g
NOx	150,000 mg	245,323 mg
PM10	0 mg	11,491 mg
PM2,5	0 mg	7,585 mg
SOx	1,985 mg	60,845 mg
CH4	8,188 mg	196,660 mg
CO2	119,041 g	153,121 g
N2O	4,250 mg	10,211 mg
Gas efecto Invernadero	116,410 g	157,108 g
URBANO		
VOC	75,208 mg	78,475 mg
CO	1,541 g	1,547 g
NOx	100,500 mg	117,687 mg
PM10	0 mg	3,344 mg
PM2,5	0 mg	2,036 mg
SOx	1,330 mg	14,638 mg
CH4	5,486 mg	10,643 mg
CO2	79,757 g	91,646 g
N2O	2,848 mg	3,012 mg

Tabla 29: Resultados de un coche de gasolina del año 2003 en GREET.

11.2.10. Turismo gasolina año 2004

En la Imagen 40 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro III y los factores de emisión para los turismos de gasolina de este año.



Energy consumption		Exhaust Emissions		Other Emissions		Fuel - Pathway Specifications	
	Value	% of Baseline		Emission Factor		Emission Factor	
MPGGE:	12,346 km/L	100,00%	VOC	102,125 mg/km	PM10_TBW	11,188 mg/km	Add New Fuel Conventional Gasoline Pathway Mix: Gasoline v 100,00%
Consumption:	0,081 L/km		CO	2,300 g/km	PM2.5_TBW	2,875 mg/km	
Urban share:	0,670		NOx	150,000 mg/km	VOC_evap	39,310 mg/km	
			PM10	0,000 g/m			
			PM2.5	0,000 g/m			
			CH4	8,625 mg/km			
			N2O	4,250 mg/km			

Imagen 40: Creación del vehículo de gasolina en GREET del año 2004.

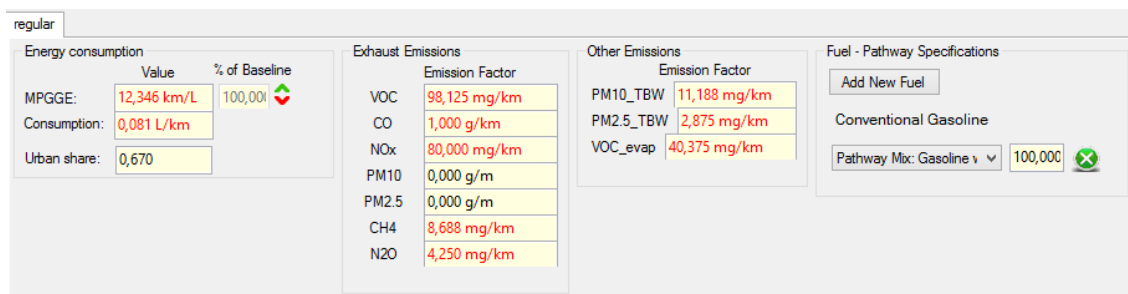
En la Tabla 30 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DE GASOLINA AÑO 2004		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	469,792Wh	601,155Wh
EMISIONES		
VOC	102,125 mg	149,520 mg
CO	2,300 g	2,325 g
NOx	150,000 mg	245,323 mg
PM10	0 mg	11,491 mg
PM2,5	0 mg	7,585 mg
SOx	1,985 mg	60,845 mg
CH4	8,625 mg	197,097 mg
CO2	119,094 g	153,175 g
N2O	4,250 mg	10,211 mg
Gas efecto Invernadero	116,419 g	157,118 g
URBANO		
VOC	68,424 mg	71,691 mg
CO	1,541 g	1,547 g
NOx	100,500 mg	117,687 mg
PM10	0 mg	3,344 mg
PM2,5	0 mg	2,036 mg
SOx	1,330 mg	14,638 mg
CH4	5,779 mg	10,936 mg
CO2	79,793 g	91,681 g
N2O	2,848 mg	3,012 mg

Tabla 30: Resultados de un coche de gasolina del año 2004 en GREET.

11.2.11. Turismo gasolina año 2005

En la Imagen 41 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro IV y los factores de emisión para los turismos de gasolina de este año.



The screenshot shows the GREET software interface for a 2005 gasoline car. The 'regular' tab is selected. The 'Energy consumption' section shows MPGGE at 12,346 km/L (100,000% of baseline) and Consumption at 0,081 L/km. The 'Exhaust Emissions' section lists factors for VOC (98,125 mg/km), CO (1,000 g/km), NOx (80,000 mg/km), PM10 (0,000 g/m), PM2.5 (0,000 g/m), CH4 (8,688 mg/km), and N2O (4,250 mg/km). The 'Other Emissions' section lists factors for PM10_TBW (11,188 mg/km), PM2.5_TBW (2,875 mg/km), and VOC_evap (40,375 mg/km). The 'Fuel - Pathway Specifications' section shows 'Conventional Gasoline' and 'Pathway Mix: Gasoline v' set to 100,000.

Imagen 41: Creación del vehículo de gasolina en GREET del año 2005.

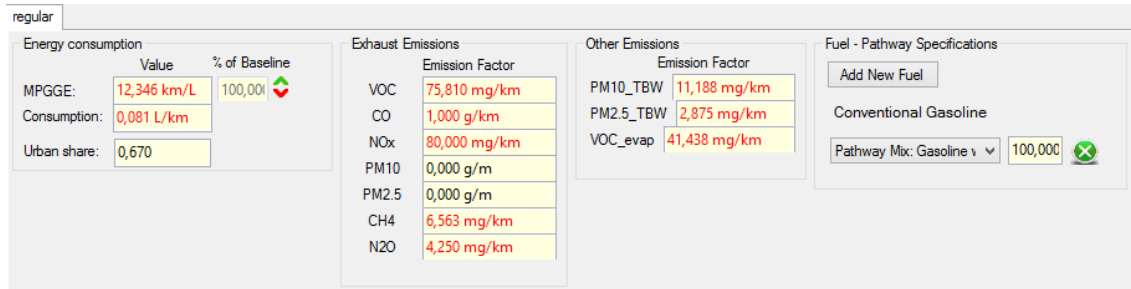
En la Tabla 31 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DE GASOLINA AÑO 2005		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	469,792Wh	601,155Wh
EMISIONES		
VOC	98,125 mg	145,520 mg
CO	1,000 g	1,025 g
NOx	80,000 mg	175,323 mg
PM10	0 mg	11,491 mg
PM2,5	0 mg	7,585 mg
SOx	1,985 mg	60,845 mg
CH4	8,688 mg	197,160 mg
CO2	121,146 g	155,226 g
N2O	4,250 mg	10,211 mg
Gas efecto Invernadero	116,421 g	157,119 g
URBANO		
VOC	65,744 mg	69,011 mg
CO	670,000 mg	676,312 mg
NOx	53,600 mg	70,787 mg
PM10	0 mg	3,344 mg
PM2,5	0 mg	2,036 mg
SOx	1,330 mg	14,638 mg
CH4	5,821 mg	10,978 mg
CO2	81,168 g	93,056 g
N2O	2,848 mg	3,012 mg

Tabla 31: Resultados de un coche de gasolina del año 2005 en GREET.

11.2.12. Turismo gasolina año 2006

En la Imagen 42 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro IV y los factores de emisión para los turismos de gasolina de este año.



The screenshot shows the GREET software interface for modeling a 2006 gasoline car. It includes several input fields and tables:

- Energy consumption:** MPGGE: 12,346 km/L, Consumption: 0,081 L/km, Urban share: 0,670.
- Exhaust Emissions:** VOC: 75,810 mg/km, CO: 1,000 g/km, NOx: 80,000 mg/km, PM10: 0,000 g/m, PM2.5: 0,000 g/m, CH4: 6,563 mg/km, N2O: 4,250 mg/km.
- Other Emissions:** PM10_TBW: 11,188 mg/km, PM2.5_TBW: 2,875 mg/km, VOC_evap: 41,438 mg/km.
- Fuel - Pathway Specifications:** Conventional Gasoline, Pathway Mix: Gasoline, 100,000.

Imagen 42: Creación del vehículo de gasolina en GREET del año 2006.

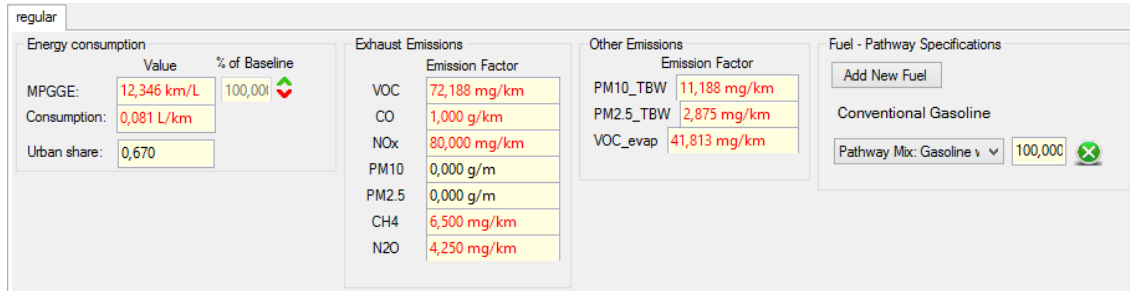
En la Tabla 32 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DE GASOLINA AÑO 2006		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	469,792Wh	601,155Wh
EMISIONES		
VOC	75,810 mg	123,205 mg
CO	1,000 g	1,025 g
NOx	80,000 mg	175,323 mg
PM10	0 mg	11,491 mg
PM2,5	0 mg	7,585 mg
SOx	1,985 mg	60,845 mg
CH4	6,563 mg	195,035 mg
CO2	121,218 g	155,298 g
N2O	4,250 mg	10,211 mg
Gas efecto Invernadero	116,373 g	157,072 g
URBANO		
VOC	50,793 mg	54,060 mg
CO	670,000 mg	676,312 mg
NOx	53,600 mg	70,787 mg
PM10	0 mg	3,344 mg
PM2,5	0 mg	2,036 mg
SOx	1,330 mg	14,638 mg
CH4	4,397 mg	9,555 mg
CO2	81,216 g	93,104 g
N2O	2,848 mg	3,012 mg

Tabla 32: Resultados de un coche de gasolina del año 2006 en GREET.

11.2.13. Turismo gasolina año 2007

En la Imagen 43 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro IV y los factores de emisión para los turismos de gasolina de este año.



Energy consumption		Exhaust Emissions		Other Emissions		Fuel - Pathway Specifications	
	Value	% of Baseline		Emission Factor		Emission Factor	
MPGGE:	12,346 km/L	100,00%	VOC	72,188 mg/km	PM10_TBW	11,188 mg/km	Add New Fuel Conventional Gasoline Pathway Mix: Gasoline v 100,000
Consumption:	0,081 L/km		CO	1,000 g/km	PM2.5_TBW	2,875 mg/km	
Urban share:	0,670		NOx	80,000 mg/km	VOC_evap	41,813 mg/km	
			PM10	0,000 g/m			
			PM2.5	0,000 g/m			
			CH4	6,500 mg/km			
			N2O	4,250 mg/km			

Imagen 43: Creación del vehículo de gasolina en GREET del año 2007.

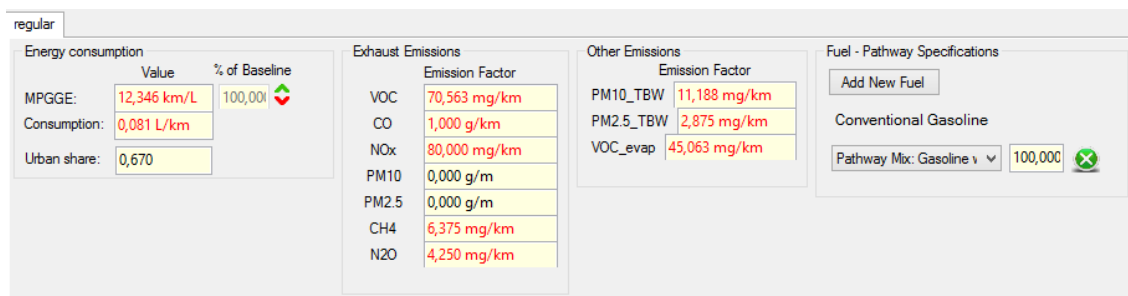
En la Tabla 33 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DE GASOLINA AÑO 2007		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	469,792Wh	601,155Wh
EMISIONES		
VOC	72,188 mg	119,583mg
CO	1,000 g	1,025 g
NOx	80,000 mg	175,323 mg
PM10	0 mg	11,491 mg
PM2,5	0 mg	7,585 mg
SOx	1,985 mg	60,845 mg
CH4	6,500 mg	194,972 mg
CO2	121,228 g	155,309 g
N2O	4,250 mg	10,211 mg
Gas efecto Invernadero	116,372 g	157,070 g
URBANO		
VOC	48,366 mg	51,633 mg
CO	670,000 mg	676,312 mg
NOx	53,600 mg	70,787 mg
PM10	0 mg	3,344 mg
PM2,5	0 mg	2,036 mg
SOx	1,330 mg	14,638 mg
CH4	4,355 mg	9,512 mg
CO2	81,223 g	93,111 g
N2O	2,848 mg	3,012 mg

Tabla 33: Resultados de un coche de gasolina del año 2007 en GREET.

11.2.14. Turismo gasolina año 2008

En la Imagen 44 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro IV y los factores de emisión para los turismos de gasolina de este año.



The screenshot shows the GREET software interface for a 2008 gasoline car. The 'regular' tab is selected. The 'Energy consumption' section shows MPGGE at 12,346 km/L (100,00% of baseline) and Consumption at 0,081 L/km. The 'Exhaust Emissions' section lists factors for VOC (70,563 mg/km), CO (1,000 g/km), NOx (80,000 mg/km), PM10 (0,000 g/m), PM2.5 (0,000 g/m), CH4 (6,375 mg/km), and N2O (4,250 mg/km). The 'Other Emissions' section lists factors for PM10_TBW (11,188 mg/km), PM2.5_TBW (2,875 mg/km), and VOC_evap (45,063 mg/km). The 'Fuel - Pathway Specifications' section shows 'Conventional Gasoline' and 'Pathway Mix: Gasoline' set to 100,000.

Imagen 44: Creación del vehículo de gasolina en GREET del año 2008.

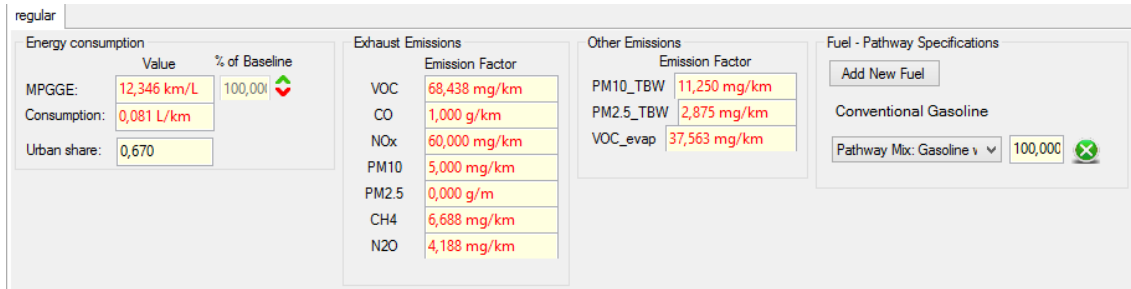
En la Tabla 34 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DE GASOLINA AÑO 2008		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	469,792Wh	601,155Wh
EMISIONES		
VOC	70,563 mg	117,958mg
CO	1,000 g	1,025 g
NOx	80,000 mg	175,323 mg
PM10	0 mg	11,491 mg
PM2,5	0 mg	7,585 mg
SOx	1,985 mg	60,845 mg
CH4	6,375 mg	194,847 mg
CO2	121,224 g	155,304 g
N2O	4,250 mg	10,211 mg
Gas efecto Invernadero	116,369 g	157,068 g
URBANO		
VOC	47,277 mg	50,545 mg
CO	670,000 mg	676,312 mg
NOx	53,600 mg	70,787 mg
PM10	0 mg	3,344 mg
PM2,5	0 mg	2,036 mg
SOx	1,330 mg	14,638 mg
CH4	4,271 mg	9,429 mg
CO2	81,220 g	93,108 g
N2O	2,848 mg	3,012 mg

Tabla 34: Resultados de un coche de gasolina del año 2008 en GREET.

11.2.15. Turismo gasolina año 2009

En la Imagen 45 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro V y los factores de emisión para los turismos de gasolina de este año.



The screenshot shows the GREET software interface for a 2009 gasoline car. The 'Energy consumption' section displays MPGGE at 12,346 km/L (100,00% of baseline) and Consumption at 0,081 L/km. The 'Exhaust Emissions' section lists factors for VOC (68,438 mg/km), CO (1,000 g/km), NOx (60,000 mg/km), PM10 (5,000 mg/km), PM2.5 (0,000 g/m), CH4 (6,688 mg/km), and N2O (4,188 mg/km). The 'Other Emissions' section lists factors for PM10_TBW (11,250 mg/km), PM2.5_TBW (2,875 mg/km), and VOC_evap (37,563 mg/km). The 'Fuel - Pathway Specifications' section shows 'Conventional Gasoline' and 'Pathway Mix: Gasoline' at 100,000.

Imagen 45: Creación del vehículo de gasolina en GREET del año 2009.

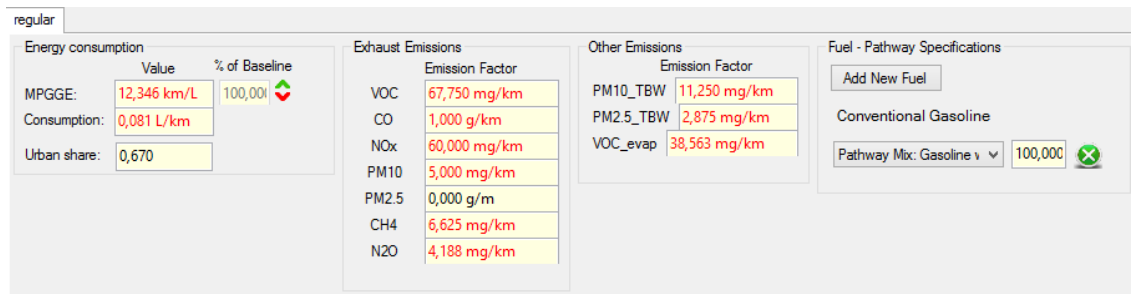
En la Tabla 35 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DE GASOLINA AÑO 2009		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	469,792Wh	601,155Wh
EMISIONES		
VOC	68,438 mg	115,833mg
CO	1,000 g	1,025 g
NOx	60,000 mg	155,323 mg
PM10	5,000 mg	16,491 mg
PM2,5	0 mg	7,585 mg
SOx	1,985 mg	60,845 mg
CH4	6,688 mg	195,160 mg
CO2	121,253 g	155,333 g
N2O	4,188 mg	10,149mg
Gas efecto Invernadero	116,358 g	157,056 g
URBANO		
VOC	45,853 mg	49,121 mg
CO	670,000 mg	676,312 mg
NOx	40,200 mg	57,387 mg
PM10	3,350 mg	6,694 mg
PM2,5	0 mg	2,036 mg
SOx	1,330 mg	14,638 mg
CH4	4,481 mg	9,638 mg
CO2	81,239 g	93,128 g
N2O	2,806 mg	2,971 mg

Tabla 35: Resultados de un coche de gasolina del año 2009 en GREET.

11.2.16. Turismo gasolina año 2010

En la Imagen 46 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro V y los factores de emisión para los turismos de gasolina de este año.



Energy consumption		Exhaust Emissions		Other Emissions		Fuel - Pathway Specifications	
	Value	% of Baseline		Emission Factor		Emission Factor	
MPGGE:	12,346 km/L	100,00%	VOC	67,750 mg/km	PM10_TBW	11,250 mg/km	Add New Fuel Conventional Gasoline Pathway Mix: Gasoline v 100,000
Consumption:	0,081 L/km		CO	1,000 g/km	PM2.5_TBW	2,875 mg/km	
Urban share:	0,670		NOx	60,000 mg/km	VOC_evap	38,563 mg/km	
			PM10	5,000 mg/km			
			PM2.5	0,000 g/m			
			CH4	6,625 mg/km			
			N2O	4,188 mg/km			

Imagen 46: Creación del vehículo de gasolina en GREET del año 2010.

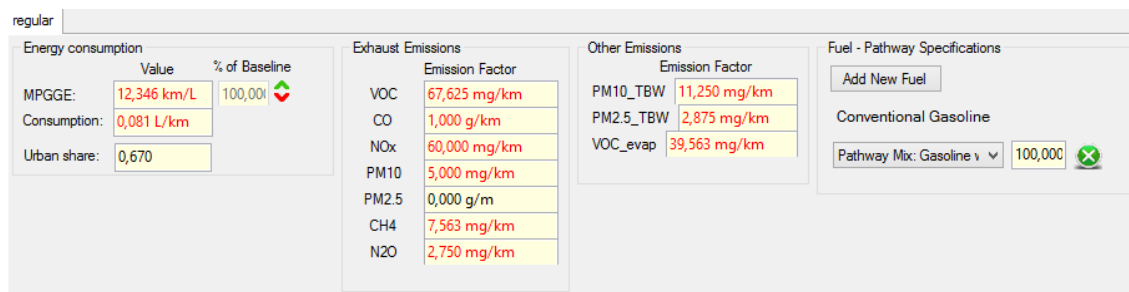
En la Tabla 36 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DE GASOLINA AÑO 2010		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	469,792Wh	601,155Wh
EMISIONES		
VOC	67,750 mg	115,145mg
CO	1,000 g	1,025 g
NOx	60,000 mg	155,323 mg
PM10	5,000 mg	16,491 mg
PM2,5	0 mg	7,585 mg
SOx	1,985 mg	60,845 mg
CH4	6,688 mg	195,160 mg
CO2	121,252 g	155,332 g
N2O	4,188 mg	10,149mg
Gas efecto Invernadero	116,356 g	157,055 g
URBANO		
VOC	45,393 mg	48,660 mg
CO	670,000 mg	676,312 mg
NOx	40,200 mg	57,387 mg
PM10	3,350 mg	6,694 mg
PM2,5	0 mg	2,036 mg
SOx	1,330 mg	14,638 mg
CH4	4,439 mg	9,596 mg
CO2	81,239 g	93,127 g
N2O	2,806 mg	2,971 mg

Tabla 36: Resultados de un coche de gasolina del año 2010 en GREET.

11.2.17. Turismo gasolina año 2011

En la Imagen 47 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro V y los factores de emisión para los turismos de gasolina de este año.



The screenshot shows the GREET software interface for creating a vehicle model. It includes the following sections:

- Energy consumption:** MPGGE: 12,346 km/L, Consumption: 0,081 L/km, Urban share: 0,670.
- Exhaust Emissions:** VOC: 67,625 mg/km, CO: 1,000 g/km, NOx: 60,000 mg/km, PM10: 5,000 mg/km, PM2.5: 0,000 g/m, CH4: 7,563 mg/km, N2O: 2,750 mg/km.
- Other Emissions:** PM10_TBW: 11,250 mg/km, PM2.5_TBW: 2,875 mg/km, VOC_evap: 39,563 mg/km.
- Fuel - Pathway Specifications:** Add New Fuel, Conventional Gasoline, Pathway Mix: Gasoline v, 100,000.

Imagen 47: Creación del vehículo de gasolina en GREET del año 2011.

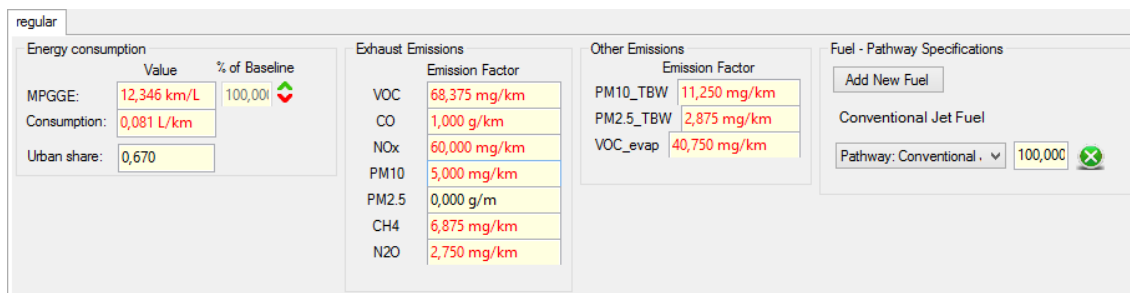
En la Tabla 37 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DE GASOLINA AÑO 2011		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	469,792Wh	601,155Wh
EMISIONES		
VOC	67,625 mg	115,020mg
CO	1,000 g	1,025 g
NOx	60,000 mg	155,323 mg
PM10	5,000 mg	16,491 mg
PM2,5	0 mg	7,585 mg
SOx	1,985 mg	60,845 mg
CH4	7,563 mg	196,035 mg
CO2	121,247 g	155,327 g
N2O	2,750 mg	8,711 mg
Gas efecto Invernadero	115,949 g	156,647 g
URBANO		
VOC	45,309 mg	48,576 mg
CO	670,000 mg	676,312 mg
NOx	40,200 mg	57,387 mg
PM10	3,350 mg	6,694 mg
PM2,5	0 mg	2,036 mg
SOx	1,330 mg	14,638 mg
CH4	5,067 mg	10,225 mg
CO2	81,235 g	93,123 g
N2O	1,843 mg	2,007 mg

Tabla 37: Resultados de un coche de gasolina del año 2011 en GREET.

11.2.18. Turismo gasolina año 2012

En la Imagen 48 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro V y los factores de emisión para los turismos de gasolina de este año.



Energy consumption			Exhaust Emissions		Other Emissions		Fuel - Pathway Specifications	
	Value	% of Baseline		Emission Factor		Emission Factor		
MPGGE:	12,346 km/L	100,00%	VOC	68,375 mg/km	PM10_TBW	11,250 mg/km	Add New Fuel	
Consumption:	0,081 L/km		CO	1,000 g/km	PM2.5_TBW	2,875 mg/km	Conventional Jet Fuel	
Urban share:	0,670		NOx	60,000 mg/km	VOC_evap	40,750 mg/km	Pathway: Conventional - 100,000	
			PM10	5,000 mg/km				
			PM2.5	0,000 g/m				
			CH4	6,875 mg/km				
			N2O	2,750 mg/km				

Imagen 48: Creación del vehículo de gasolina en GREET del año 2012.

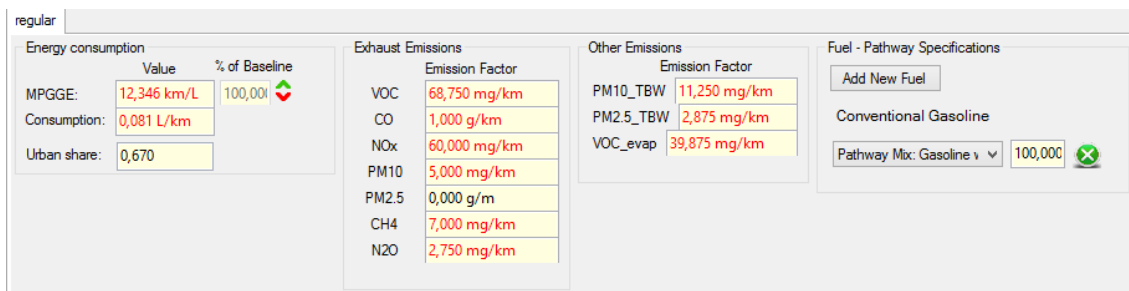
En la Tabla 38 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DE GASOLINA AÑO 2012		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	469,792Wh	601,155Wh
EMISIONES		
VOC	68,375 mg	115,770mg
CO	1,000 g	1,025 g
NOx	60,000 mg	155,323 mg
PM10	5,000 mg	16,491 mg
PM2,5	0 mg	7,585 mg
SOx	1,985 mg	60,845 mg
CH4	6,875 mg	195,347 mg
CO2	121,242 g	155,323 g
N2O	2,750 mg	8,711 mg
Gas efecto Invernadero	115,933 g	156,632 g
URBANO		
VOC	45,811 mg	49,079 mg
CO	670,000 mg	676,312 mg
NOx	40,200 mg	57,387 mg
PM10	3,350 mg	6,694 mg
PM2,5	0 mg	2,036 mg
SOx	1,330 mg	14,638 mg
CH4	4,606 mg	9,764 mg
CO2	81,232 g	93,121 g
N2O	1,843 mg	2,007 mg

Tabla 38: Resultados de un coche de gasolina del año 2012 en GREET.

11.2.19. Turismo gasolina año 2013

En la Imagen 49 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro V y los factores de emisión para los turismos de gasolina de este año.



Energy consumption		Exhaust Emissions		Other Emissions		Fuel - Pathway Specifications	
	Value	% of Baseline		Emission Factor		Emission Factor	
MPGGE:	12,346 km/L	100,00%	VOC	68,750 mg/km	PM10_TBW	11,250 mg/km	Add New Fuel Conventional Gasoline Pathway Mix: Gasoline v 100,000
Consumption:	0,081 L/km		CO	1,000 g/km	PM2.5_TBW	2,875 mg/km	
Urban share:	0,670		NOx	60,000 mg/km	VOC_evap	39,875 mg/km	
			PM10	5,000 mg/km			
			PM2.5	0,000 g/m			
			CH4	7,000 mg/km			
			N2O	2,750 mg/km			

Imagen 49: Creación del vehículo de gasolina en GREET del año 2013.

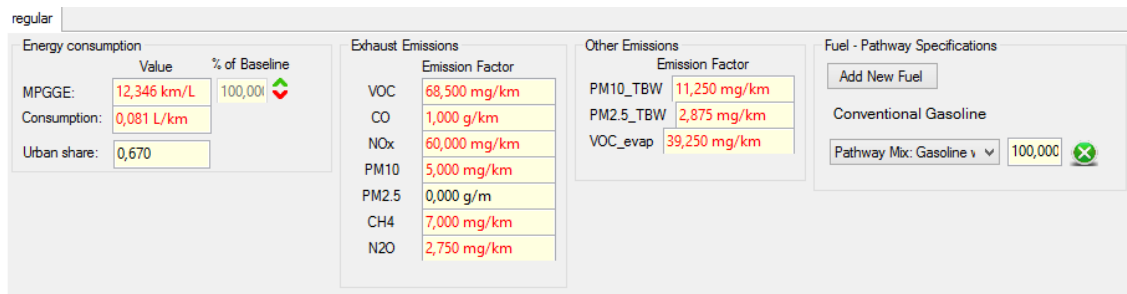
En la Tabla 39 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DE GASOLINA AÑO 2013		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	469,792Wh	601,155Wh
EMISIONES		
VOC	68,750 mg	116,145mg
CO	1,000 g	1,025 g
NOx	60,000 mg	155,323 mg
PM10	5,000 mg	16,491 mg
PM2,5	0 mg	7,585 mg
SOx	1,985 mg	60,845 mg
CH4	7,000 mg	195,472 mg
CO2	121,244 g	155,324 g
N2O	2,750 mg	8,711 mg
Gas efecto Invernadero	115,936 g	156,635 g
URBANO		
VOC	46,063 mg	49,330 mg
CO	670,000 mg	676,312 mg
NOx	40,200 mg	57,387 mg
PM10	3,350 mg	6,694 mg
PM2,5	0 mg	2,036 mg
SOx	1,330 mg	14,638 mg
CH4	4,690 mg	9,847 mg
CO2	81,233 g	93,121 g
N2O	1,843 mg	2,007 mg

Tabla 39: Resultados de un coche de gasolina del año 2013 en GREET.

11.2.20. Turismo gasolina año 2014

En la Imagen 50 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro VI y los factores de emisión para los turismos de gasolina de este año.



Energy consumption		Exhaust Emissions		Other Emissions		Fuel - Pathway Specifications	
	Value	% of Baseline		Emission Factor		Emission Factor	
MPGGE:	12,346 km/L	100,00%	VOC	68,500 mg/km	PM10_TBW	11,250 mg/km	Add New Fuel Conventional Gasoline Pathway Mix: Gasoline v 100,000
Consumption:	0,081 L/km		CO	1,000 g/km	PM2.5_TBW	2,875 mg/km	
Urban share:	0,670		NOx	60,000 mg/km	VOC_evap	39,250 mg/km	
			PM10	5,000 mg/km			
			PM2.5	0,000 g/m			
			CH4	7,000 mg/km			
			N2O	2,750 mg/km			

Imagen 50: Creación del vehículo de gasolina en GREET del año 2014.

En la Tabla 40 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DE GASOLINA AÑO 2014		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	469,792Wh	601,155Wh
EMISIONES		
VOC	68,500 mg	115,895mg
CO	1,000 g	1,025 g
NOx	60,000 mg	155,323 mg
PM10	5,000 mg	16,491 mg
PM2,5	0 mg	7,585 mg
SOx	1,985 mg	60,845 mg
CH4	7,000 mg	195,472 mg
CO2	121,246 g	155,327 g
N2O	2,750 mg	8,711 mg
Gas efecto Invernadero	115,936 g	156,635 g
URBANO		
VOC	45,895 mg	49,162 mg
CO	670,000 mg	676,312 mg
NOx	40,200 mg	57,387 mg
PM10	3,350 mg	6,694 mg
PM2,5	0 mg	2,036 mg
SOx	1,330 mg	14,638 mg
CH4	4,690 mg	9,847 mg
CO2	81,235 g	93,123 g
N2O	1,843 mg	2,007 mg

Tabla 40: Resultados de un coche de gasolina del año 2014 en GREET.

11.3. ANEXO 3. MODELADO DE VEHÍCULOS DIESEL EN GREET.

11.3.1. Turismo diesel año 1995.

En la Imagen 51 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro I y los factores de emisión para los turismos diesel de este año.

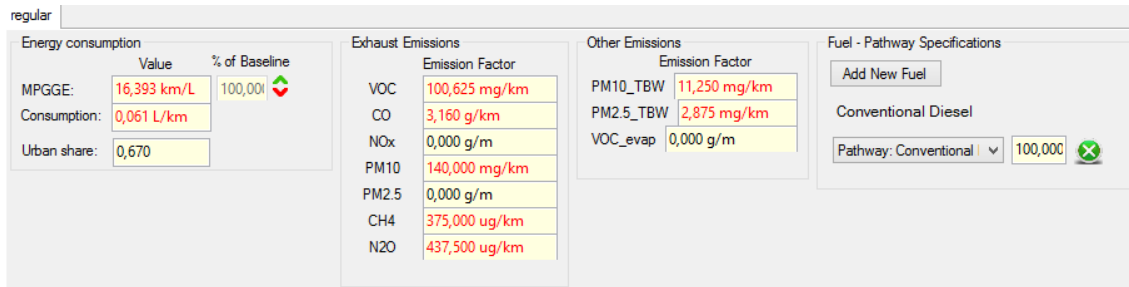


Imagen 51: Creación del vehículo diesel en GREET del año 1995.

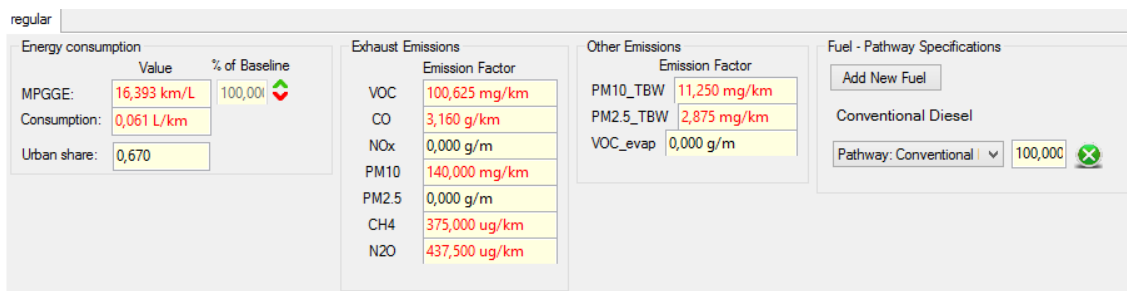
En la Tabla 41 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DIESEL AÑO 1995		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	519,810Wh	637,112Wh
EMISIONES		
VOC	100,625 mg	115,619 mg
CO	3,160 g	3,183 g
NOx	0 mg	94,315 mg
PM10	140,000 mg	150,219 mg
PM2,5	0 mg	7,414 mg
SOx	17,492 mg	74,158 mg
CH4	375,000 µg	206,578 mg
CO2	133,419 g	165,816 g
N2O	437,500 µg	865,709 µg
Gas efecto Invernadero	138,838 g	176,546 g
URBANO		
VOC	67,419 mg	71,003 mg
CO	2,117 g	2,124 g
NOx	0 mg	18,593 mg
PM10	107,200 mg	110,863 mg
PM2,5	0 mg	2,227 mg
SOx	11,720 mg	26,125 mg
CH4	251,250 µg	5,499 mg
CO2	89,390 g	102,357 g
N2O	293,125 µg	473,279 µg

Tabla 41: Resultados de un coche diesel del año 1995 en GREET.

11.3.2. Turismo diesel año 1996.

En la Imagen 52 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro I y los factores de emisión para los turismos diesel de este año.



The screenshot shows the GREET software interface for a 1996 diesel car. The 'Energy consumption' section displays MPGGE at 16,393 km/L (100,000% of baseline) and Consumption at 0,061 L/km. The 'Exhaust Emissions' section lists factors for VOC (100,625 mg/km), CO (3,160 g/km), NOx (0,000 g/m), PM10 (140,000 mg/km), PM2.5 (0,000 g/m), CH4 (375,000 ug/km), and N2O (437,500 ug/km). The 'Other Emissions' section lists factors for PM10_TBW (11,250 mg/km), PM2.5_TBW (2,875 mg/km), and VOC_evap (0,000 g/m). The 'Fuel - Pathway Specifications' section shows 'Conventional Diesel' and 'Pathway: Conventional' with a value of 100,000.

Imagen 52: Creación del vehículo diesel en GREET del año 1996.

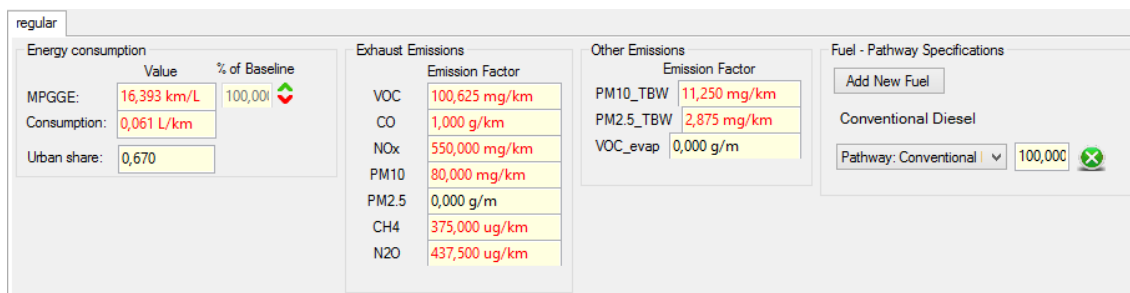
En la Tabla 42 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DIESEL AÑO 1996		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	519,810Wh	637,112Wh
EMISIONES		
VOC	100,625 mg	115,619 mg
CO	3,160 g	3,183 g
NOx	0 mg	94,315 mg
PM10	140,000 mg	150,219 mg
PM2,5	0 mg	7,414 mg
SOx	17,492 mg	74,158 mg
CH4	375,000 µg	206,578 mg
CO2	133,419 g	165,816 g
N2O	437,500 µg	865,709 µg
Gas efecto Invernadero	138,838 g	176,546 g
URBANO		
VOC	67,419 mg	71,003 mg
CO	2,117 g	2,124 g
NOx	0 mg	18,593 mg
PM10	107,200 mg	110,863 mg
PM2,5	0 mg	2,227 mg
SOx	11,720 mg	26,125 mg
CH4	251,250 µg	5,499 mg
CO2	89,390 g	102,357 g
N2O	293,125 µg	473,279 µg

Tabla 42: Resultados de un coche diesel del año 1996 en GREET.

11.3.3. Turismo diesel año 1997.

En la Imagen 53 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro II y los factores de emisión para los turismos diesel de este año.



The screenshot shows the GREET software interface for creating a 1997 diesel vehicle model. It includes the following sections:

- Energy consumption:** MPGGE: 16,393 km/L, Consumption: 0,061 L/km, Urban share: 0,670.
- Exhaust Emissions:** VOC: 100,625 mg/km, CO: 1,000 g/km, NOx: 550,000 mg/km, PM10: 80,000 mg/km, PM2.5: 0,000 g/m, CH4: 375,000 ug/km, N2O: 437,500 ug/km.
- Other Emissions:** PM10_TBW: 11,250 mg/km, PM2.5_TBW: 2,875 mg/km, VOC_evap: 0,000 g/m.
- Fuel - Pathway Specifications:** Add New Fuel, Conventional Diesel, Pathway: Conventional, 100,000.

Imagen 53: Creación del vehículo diesel en GREET del año 1997.

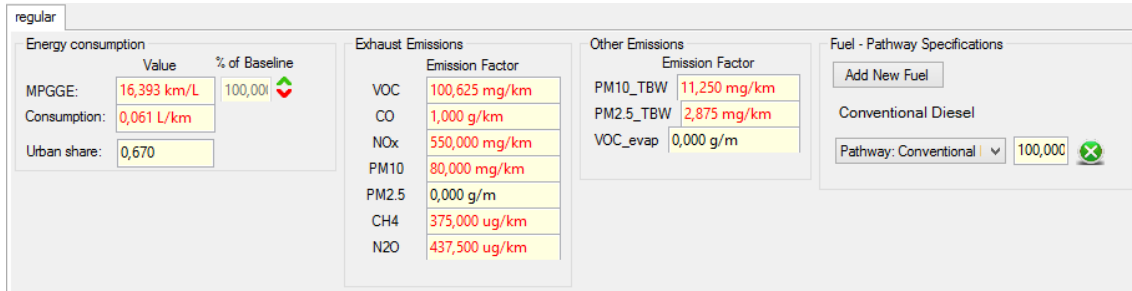
En la Tabla 43 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DIESEL AÑO 1997		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	519,810Wh	637,112Wh
EMISIONES		
VOC	100,625 mg	115,619 mg
CO	1,000 g	1,023 g
NOx	550,000 mg	644,315 mg
PM10	80,000 mg	90,219 mg
PM2,5	0 mg	7,414 mg
SOx	17,492 mg	74,158 mg
CH4	375,000 µg	206,578 mg
CO2	136,813 g	169,211 g
N2O	437,500 µg	865,709 µg
Gas efecto Invernadero	138,838 g	176,546 g
URBANO		
VOC	67,419 mg	71,003 mg
CO	670,000 mg	676,825 mg
NOx	368,500 mg	387,093 mg
PM10	53,600 mg	57,263 mg
PM2,5	0 mg	2,227 mg
SOx	11,720 mg	26,125 mg
CH4	251,250 µg	5,499 mg
CO2	91,665 g	104,631 g
N2O	293,125 µg	473,279 µg

Tabla 43: Resultados de un coche diesel del año 1997 en GREET.

11.3.4. Turismo diesel año 1998.

En la Imagen 54 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro II y los factores de emisión para los turismos diesel de este año.



Energy consumption			Exhaust Emissions		Other Emissions		Fuel - Pathway Specifications	
	Value	% of Baseline		Emission Factor		Emission Factor		
MPGGE:	16,393 km/L	100,00%	VOC	100,625 mg/km	PM10_TBW	11,250 mg/km	Add New Fuel	
Consumption:	0,061 L/km		CO	1,000 g/km	PM2.5_TBW	2,875 mg/km	Conventional Diesel	
Urban share:	0,670		NOx	550,000 mg/km	VOC_evap	0,000 g/m	Pathway: Conventional 100,000	
			PM10	80,000 mg/km				
			PM2.5	0,000 g/m				
			CH4	375,000 ug/km				
			N2O	437,500 ug/km				

Imagen 54: Creación del vehículo diesel en GREET del año 1998.

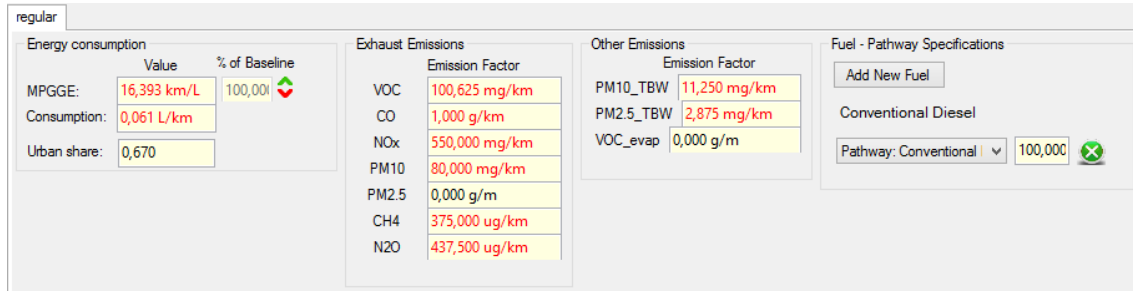
En la Tabla 44 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DIESEL AÑO 1998		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	519,810Wh	637,112Wh
EMISIONES		
VOC	100,625 mg	115,619 mg
CO	1,000 g	1,023 g
NOx	550,000 mg	644,315 mg
PM10	80,000 mg	90,219 mg
PM2,5	0 mg	7,414 mg
SOx	17,492 mg	74,158 mg
CH4	375,000 µg	206,578 mg
CO2	136,813 g	169,211 g
N2O	437,500 µg	865,709 µg
Gas efecto Invernadero	138,838 g	176,546 g
URBANO		
VOC	67,419 mg	71,003 mg
CO	670,000 mg	676,825 mg
NOx	368,500 mg	387,093 mg
PM10	53,600 mg	57,263 mg
PM2,5	0 mg	2,227 mg
SOx	11,720 mg	26,125 mg
CH4	251,250 µg	5,499 mg
CO2	91,665 g	104,631 g
N2O	293,125 µg	473,279 µg

Tabla 44: Resultados de un coche diesel del año 1998 en GREET.

11.3.5. Turismo diesel año 1999.

En la Imagen 55 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro II y los factores de emisión para los turismos diesel de este año.



The screenshot shows the GREET software interface for creating a 1999 diesel vehicle model. It includes the following sections:

- Energy consumption:** MPGGE: 16,393 km/L, Consumption: 0,061 L/km, Urban share: 0,670.
- Exhaust Emissions:** VOC: 100,625 mg/km, CO: 1,000 g/km, NOx: 550,000 mg/km, PM10: 80,000 mg/km, PM2.5: 0,000 g/m, CH4: 375,000 ug/km, N2O: 437,500 ug/km.
- Other Emissions:** PM10_TBW: 11,250 mg/km, PM2.5_TBW: 2,875 mg/km, VOC_evap: 0,000 g/m.
- Fuel - Pathway Specifications:** Add New Fuel, Conventional Diesel, Pathway: Conventional, 100,000.

Imagen 55: Creación del vehículo diesel en GREET del año 1999.

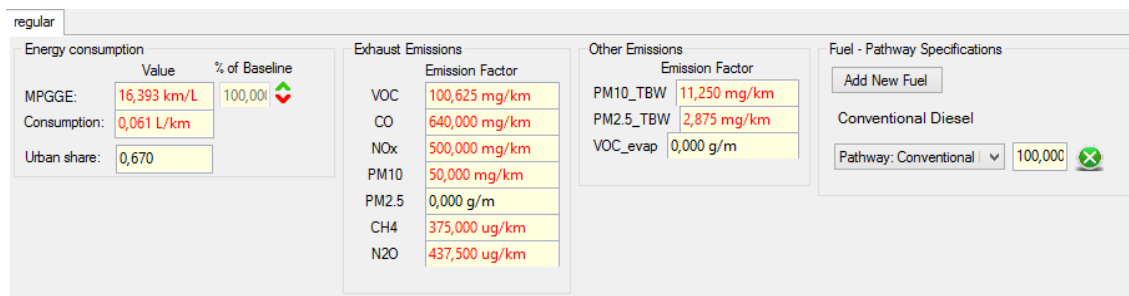
En la Tabla 45 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DIESEL AÑO 1999		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	519,810Wh	637,112Wh
EMISIONES		
VOC	100,625 mg	115,619 mg
CO	1,000 g	1,023 g
NOx	550,000 mg	644,315 mg
PM10	80,000 mg	90,219 mg
PM2,5	0 mg	7,414 mg
SOx	17,492 mg	74,158 mg
CH4	375,000 µg	206,578 mg
CO2	136,813 g	169,211 g
N2O	437,500 µg	865,709 µg
Gas efecto Invernadero	138,838 g	176,546 g
URBANO		
VOC	67,419 mg	71,003 mg
CO	670,000 mg	676,825 mg
NOx	368,500 mg	387,093 mg
PM10	53,600 mg	57,263 mg
PM2,5	0 mg	2,227 mg
SOx	11,720 mg	26,125 mg
CH4	251,250 µg	5,499 mg
CO2	91,665 g	104,631 g
N2O	293,125 µg	473,279 µg

Tabla 45: Resultados de un coche diesel del año 1999 en GREET.

11.3.6. Turismo diesel año 2000.

En la Imagen 56 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro III y los factores de emisión para los turismos diesel de este año.



The screenshot shows the GREET software interface for creating a 2000 diesel vehicle model. It includes the following sections:

- Energy consumption:** MPGGE: 16,393 km/L, Consumption: 0,061 L/km, Urban share: 0,670.
- Exhaust Emissions:** VOC: 100,625 mg/km, CO: 640,000 mg/km, NOx: 500,000 mg/km, PM10: 50,000 mg/km, PM2.5: 0,000 g/m, CH4: 375,000 ug/km, N2O: 437,500 ug/km.
- Other Emissions:** PM10_TBW: 11,250 mg/km, PM2.5_TBW: 2,875 mg/km, VOC_evap: 0,000 g/m.
- Fuel - Pathway Specifications:** Add New Fuel, Conventional Diesel, Pathway: Conventional, 100,000.

Imagen 56: Creación del vehículo diesel en GREET del año 2000.

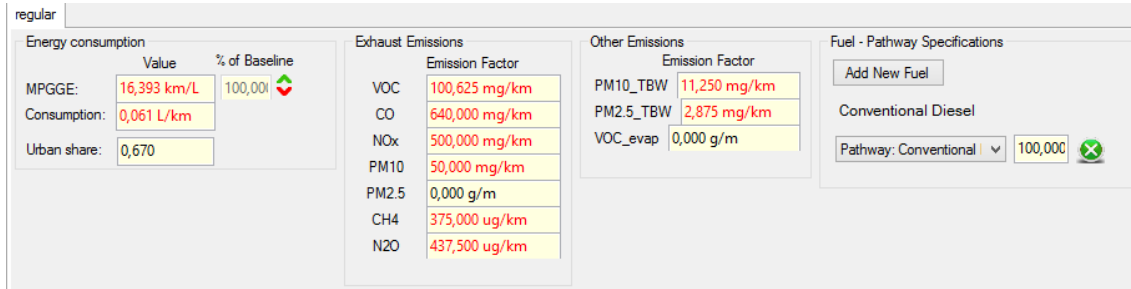
En la Tabla 46 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DIESEL AÑO 2000		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	519,810Wh	637,112Wh
EMISIONES		
VOC	100,625 mg	115,619 mg
CO	640,000 mg	663,379 mg
NOx	500,000 mg	594,315 mg
PM10	50,000 mg	60,219 mg
PM2,5	0 mg	7,414 mg
SOx	17,492 mg	74,158 mg
CH4	375,000 µg	206,578 mg
CO2	137,379 g	169,776 g
N2O	437,500 µg	865,709 µg
Gas efecto Invernadero	138,838 g	176,546 g
URBANO		
VOC	67,419 mg	71,003 mg
CO	428,800 mg	435,625 mg
NOx	335,000 mg	353,593 mg
PM10	33,500 mg	37,163 mg
PM2,5	0 mg	2,227 mg
SOx	11,720 mg	26,125 mg
CH4	251,250 µg	5,499 mg
CO2	92,044 g	105,010 g
N2O	293,125 µg	473,279 µg

Tabla 46: Resultados de un coche diesel del año 2000 en GREET.

11.3.7. Turismo diesel año 2001.

En la Imagen 57 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro III y los factores de emisión para los turismos diesel de este año.



Energy consumption		Exhaust Emissions		Other Emissions		Fuel - Pathway Specifications	
	Value	% of Baseline		Emission Factor		Emission Factor	
MPGGE:	16,393 km/L	100,00%	VOC	100,625 mg/km	PM10_TBW	11,250 mg/km	Add New Fuel Conventional Diesel Pathway: Conventional 100,000
Consumption:	0,061 L/km		CO	640,000 mg/km	PM2.5_TBW	2,875 mg/km	
Urban share:	0,670		NOx	500,000 mg/km	VOC_evap	0,000 g/m	
			PM10	50,000 mg/km			
			PM2.5	0,000 g/m			
			CH4	375,000 ug/km			
			N2O	437,500 ug/km			

Imagen 57: Creación del vehículo diesel en GREET del año 2001.

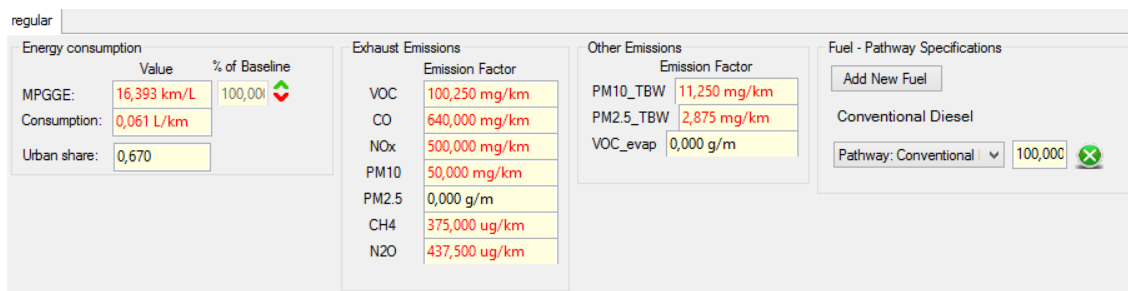
En la Tabla 47 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DIESEL AÑO 2001		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	519,810Wh	637,112Wh
EMISIONES		
VOC	100,625 mg	115,619 mg
CO	640,000 mg	663,379 mg
NOx	500,000 mg	594,315 mg
PM10	50,000 mg	60,219 mg
PM2,5	0 mg	7,414 mg
SOx	17,492 mg	74,158 mg
CH4	375,000 µg	206,578 mg
CO2	137,379 g	169,776 g
N2O	437,500 µg	865,709 µg
Gas efecto Invernadero	138,838 g	176,546 g
URBANO		
VOC	67,419 mg	71,003 mg
CO	428,800 mg	435,625 mg
NOx	335,000 mg	353,593 mg
PM10	33,500 mg	37,163 mg
PM2,5	0 mg	2,227 mg
SOx	11,720 mg	26,125 mg
CH4	251,250 µg	5,499 mg
CO2	92,044 g	105,010 g
N2O	293,125 µg	473,279 µg

Tabla 47: Resultados de un coche diesel del año 2001 en GREET.

11.3.8. Turismo diesel año 2002.

En la Imagen 58 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro III y los factores de emisión para los turismos diesel de este año.



The screenshot shows the GREET software interface for a 2002 diesel car. The 'Energy consumption' section displays MPGGE at 16,393 km/L (100,000% of baseline) and Consumption at 0,061 L/km. The 'Exhaust Emissions' section lists factors for VOC (100,250 mg/km), CO (640,000 mg/km), NOx (500,000 mg/km), PM10 (50,000 mg/km), PM2.5 (0,000 g/m), CH4 (375,000 ug/km), and N2O (437,500 ug/km). The 'Other Emissions' section shows PM10_TBW (11,250 mg/km), PM2.5_TBW (2,875 mg/km), and VOC_evap (0,000 g/m). The 'Fuel - Pathway Specifications' section shows 'Conventional Diesel' and 'Pathway: Conventional' with a value of 100,000.

Imagen 58: Creación del vehículo diesel en GREET del año 2002.

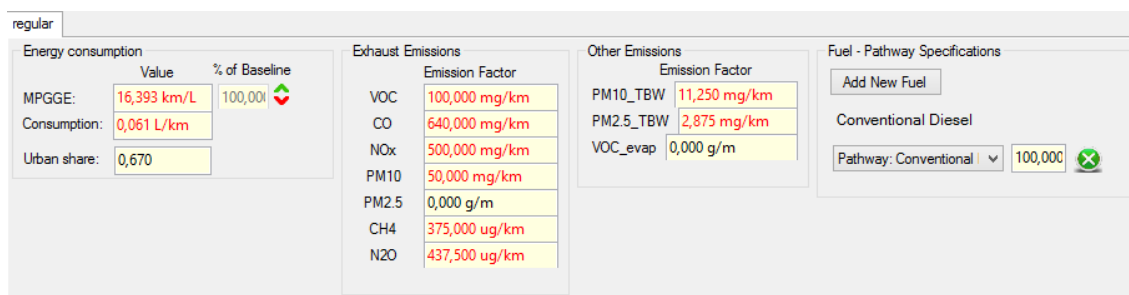
En la Tabla 48 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DIESEL AÑO 2002		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	519,810Wh	637,112Wh
EMISIONES		
VOC	100,250 mg	115,244 mg
CO	640,000 mg	663,379 mg
NOx	500,000 mg	594,315 mg
PM10	50,000 mg	60,219 mg
PM2,5	0 mg	7,414 mg
SOx	17,492 mg	74,158 mg
CH4	375,000 µg	206,578 mg
CO2	137,380 g	169,778 g
N2O	437,500 µg	865,709 µg
Gas efecto Invernadero	138,838 g	176,546 g
URBANO		
VOC	67,168 mg	70,752 mg
CO	428,800 mg	435,625 mg
NOx	335,000 mg	353,593 mg
PM10	33,500 mg	37,163 mg
PM2,5	0 mg	2,227 mg
SOx	11,720 mg	26,125 mg
CH4	251,250 µg	5,499 mg
CO2	92,044 g	105,011 g
N2O	293,125 µg	473,279 µg

Tabla 48: Resultados de un coche diesel del año 2002 en GREET.

11.3.9. Turismo diesel año 2003.

En la Imagen 59 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro III y los factores de emisión para los turismos diesel de este año.



The screenshot shows the GREET software interface for a 2003 diesel car. The 'regular' tab is selected. The 'Energy consumption' section shows MPGGE at 16,393 km/L (100,00% of baseline) and Consumption at 0,061 L/km. The 'Exhaust Emissions' section lists factors for VOC (100,000 mg/km), CO (640,000 mg/km), NOx (500,000 mg/km), PM10 (50,000 mg/km), PM2.5 (0,000 g/m), CH4 (375,000 ug/km), and N2O (437,500 ug/km). The 'Other Emissions' section lists factors for PM10_TBW (11,250 mg/km), PM2.5_TBW (2,875 mg/km), and VOC_evap (0,000 g/m). The 'Fuel - Pathway Specifications' section shows 'Conventional Diesel' and 'Pathway: Conventional' with a value of 100,000.

Imagen 59: Creación del vehículo diesel en GREET del año 2003.

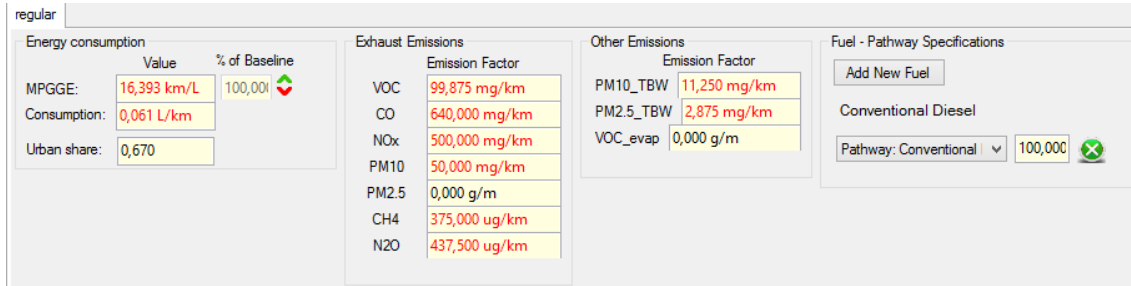
En la Tabla 49 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DIESEL AÑO 2003		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	519,810Wh	637,112Wh
EMISIONES		
VOC	100,000 mg	114,994 mg
CO	640,000 mg	663,379 mg
NOx	500,000 mg	594,315 mg
PM10	50,000 mg	60,219 mg
PM2,5	0 mg	7,414 mg
SOx	17,492 mg	74,158 mg
CH4	375,000 µg	206,578 mg
CO2	137,381 g	169,778 g
N2O	437,500 µg	865,709 µg
Gas efecto Invernadero	138,838 g	176,546 g
URBANO		
VOC	67,000 mg	70,584 mg
CO	428,800 mg	435,625 mg
NOx	335,000 mg	353,593 mg
PM10	33,500 mg	37,163 mg
PM2,5	0 mg	2,227 mg
SOx	11,720 mg	26,125 mg
CH4	251,250 µg	5,499 mg
CO2	92,045 g	105,011 g
N2O	293,125 µg	473,279 µg

Tabla 49: Resultados de un coche diesel del año 2003 en GREET.

11.3.10. Turismo diesel año 2004.

En la Imagen 60 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro III y los factores de emisión para los turismos diesel de este año.



Energy consumption		Exhaust Emissions		Other Emissions		Fuel - Pathway Specifications	
	Value	% of Baseline		Emission Factor		Emission Factor	
MPGGE:	16,393 km/L	100,00%	VOC	99,875 mg/km	PM10_TBW	11,250 mg/km	Add New Fuel Conventional Diesel Pathway: Conventional 100,000
Consumption:	0,061 L/km		CO	640,000 mg/km	PM2.5_TBW	2,875 mg/km	
Urban share:	0,670		NOx	500,000 mg/km	VOC_evap	0,000 g/m	
			PM10	50,000 mg/km			
			PM2.5	0,000 g/m			
			CH4	375,000 ug/km			
			N2O	437,500 ug/km			

Imagen 60 Creación del vehículo diesel en GREET del año 2004.

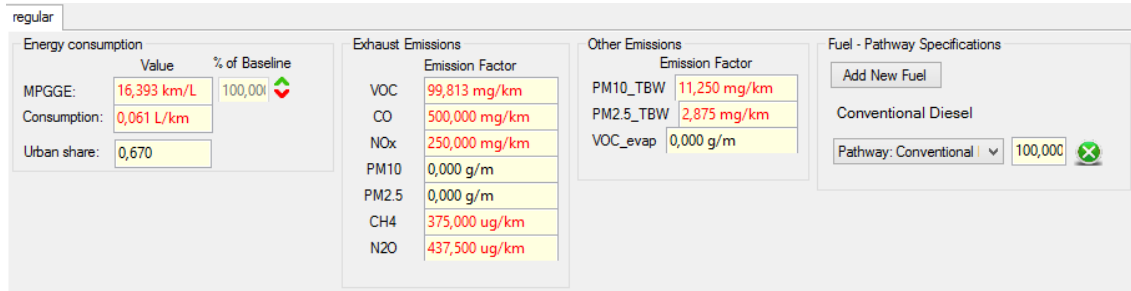
En la Tabla 50 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DIESEL AÑO 2004		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	519,810Wh	637,112Wh
EMISIONES		
VOC	99,875 mg	114,869 mg
CO	640,000 mg	663,379 mg
NOx	500,000 mg	594,315 mg
PM10	50,000 mg	60,219 mg
PM2,5	0 mg	7,414 mg
SOx	17,492 mg	74,158 mg
CH4	375,000 µg	206,578 mg
CO2	137,381 g	169,779 g
N2O	437,500 µg	865,709 µg
Gas efecto Invernadero	138,838 g	176,546 g
URBANO		
VOC	66,916 mg	70,500 mg
CO	428,800 mg	435,625 mg
NOx	335,000 mg	353,593 mg
PM10	33,500 mg	37,163 mg
PM2,5	0 mg	2,227 mg
SOx	11,720 mg	26,125 mg
CH4	251,250 µg	5,499 mg
CO2	92,045 g	105,011 g
N2O	293,125 µg	473,279 µg

Tabla 50: Resultados de un coche diesel del año 2004 en GREET.

11.3.11. Turismo diesel año 2005.

En la Imagen 61 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro IV y los factores de emisión para los turismos diesel de este año.



The screenshot shows the GREET software interface for creating a 2005 diesel vehicle model. It includes the following data:

- Energy consumption:**
 - MPGGE: 16,393 km/L
 - Consumption: 0,061 L/km
 - Urban share: 0,670
- Exhaust Emissions:**
 - VOC: 99,813 mg/km
 - CO: 500,000 mg/km
 - NOx: 250,000 mg/km
 - PM10: 0,000 g/m
 - PM2.5: 0,000 g/m
 - CH4: 375,000 ug/km
 - N2O: 437,500 ug/km
- Other Emissions:**
 - PM10_TBW: 11,250 mg/km
 - PM2.5_TBW: 2,875 mg/km
 - VOC_evap: 0,000 g/m
- Fuel - Pathway Specifications:**
 - Conventional Diesel
 - Pathway: Conventional
 - 100,000

Imagen 61: Creación del vehículo diesel en GREET del año 2005.

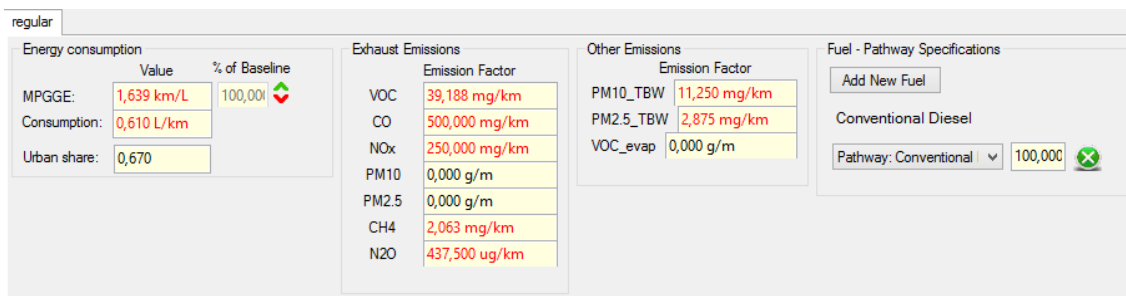
En la Tabla 51 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DIESEL AÑO 2005		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	519,810Wh	637,112Wh
EMISIONES		
VOC	99,813 mg	114,807 mg
CO	500,000 mg	523,379 mg
NOx	250,000 mg	344,315 mg
PM10	0 mg	10,219 mg
PM2,5	0 mg	7,414 mg
SOx	17,492 mg	74,158 mg
CH4	375,000 µg	206,578 mg
CO2	137,601 g	169,999 g
N2O	437,500 µg	865,709 µg
Gas efecto Invernadero	138,838 g	176,546 g
URBANO		
VOC	66,875 mg	70,459 mg
CO	335,000 mg	341,825 mg
NOx	167,500 mg	186,093 mg
PM10	0 mg	3,663 mg
PM2,5	0 mg	2,227 mg
SOx	11,720 mg	26,125 mg
CH4	251,250 µg	5,499 mg
CO2	92,193 g	105,159 g
N2O	293,125 µg	473,279 µg

Tabla 51: Resultados de un coche diesel del año 2005 en GREET.

11.3.12. Turismo diesel año 2006.

En la Imagen 62 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro IV y los factores de emisión para los turismos diesel de este año.



The screenshot shows the GREET software interface for creating a 2006 diesel vehicle model. It includes the following sections:

- Energy consumption:** MPGGE: 1,639 km/L (100,00% of Baseline), Consumption: 0,610 L/km, Urban share: 0,670.
- Exhaust Emissions:** VOC (39,188 mg/km), CO (500,000 mg/km), NOx (250,000 mg/km), PM10 (0,000 g/m), PM2.5 (0,000 g/m), CH4 (2,063 mg/km), N2O (437,500 ug/km).
- Other Emissions:** PM10_TBW (11,250 mg/km), PM2.5_TBW (2,875 mg/km), VOC_evap (0,000 g/m).
- Fuel - Pathway Specifications:** Add New Fuel, Conventional Diesel, Pathway: Conventional, 100,000.

Imagen 62: Creación del vehículo diesel en GREET del año 2006.

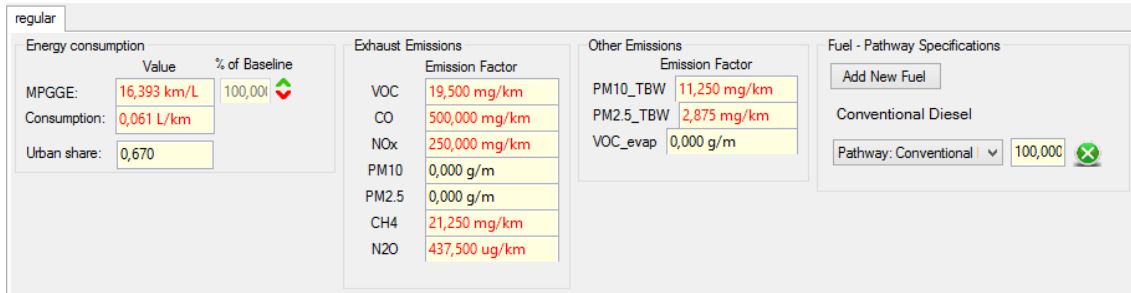
En la Tabla 52 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DIESEL AÑO 2006		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	519,810Wh	637,112Wh
EMISIONES		
VOC	39,188 mg	54,182 mg
CO	500,000 mg	523,379 mg
NOx	250,000 mg	344,315 mg
PM10	0 mg	10,219 mg
PM2,5	0 mg	7,414 mg
SOx	17,492 mg	74,158 mg
CH4	2,063 mg	208,266 mg
CO2	137,785 g	170,183 g
N2O	437,500 µg	865,709 µg
Gas efecto Invernadero	138,875 g	176,583 g
URBANO		
VOC	26,256 mg	29,840 mg
CO	335,000 mg	341,825 mg
NOx	167,500 mg	186,093 mg
PM10	0 mg	3,663 mg
PM2,5	0 mg	2,227 mg
SOx	11,720 mg	26,125 mg
CH4	1,382 mg	6,630 mg
CO2	92,316 g	105,282 g
N2O	293,125 µg	473,279 µg

Tabla 52: Resultados de un coche diesel del año 2006 en GREET.

11.3.13. Turismo diesel año 2007.

En la Imagen 63 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro IV y los factores de emisión para los turismos diesel de este año.



The screenshot shows the GREET software interface for a 2007 diesel car. The 'regular' tab is selected. The 'Energy consumption' section shows MPGGE: 16,393 km/L (100,00% of baseline) and Consumption: 0,061 L/km. The 'Exhaust Emissions' section lists factors for VOC (19,500 mg/km), CO (500,000 mg/km), NOx (250,000 mg/km), PM10 (0,000 g/m), PM2.5 (0,000 g/m), CH4 (21,250 mg/km), and N2O (437,500 ug/km). The 'Other Emissions' section lists factors for PM10_TBW (11,250 mg/km), PM2.5_TBW (2,875 mg/km), and VOC_evap (0,000 g/m). The 'Fuel - Pathway Specifications' section shows 'Conventional Diesel' and 'Pathway: Conventional' with a value of 100,000.

Imagen 63: Creación del vehículo diesel en GREET del año 2007.

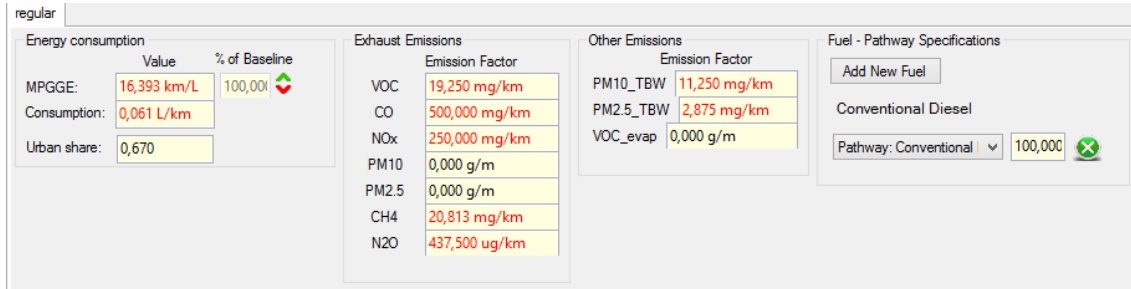
En la Tabla 53 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DIESEL AÑO 2007		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	519,810Wh	637,112Wh
EMISIONES		
VOC	19,500 mg	34,494 mg
CO	500,000 mg	523,379 mg
NOx	250,000 mg	344,315 mg
PM10	0 mg	10,219 mg
PM2,5	0 mg	7,414 mg
SOx	17,492 mg	74,158 mg
CH4	21,250 mg	227,453 mg
CO2	137,794 g	170,192 g
N2O	437,500 µg	865,709 µg
Gas efecto Invernadero	139,302 g	177,010 g
URBANO		
VOC	13,065 mg	16,649 mg
CO	335,000 mg	341,825 mg
NOx	167,500 mg	186,093 mg
PM10	0 mg	3,663 mg
PM2,5	0 mg	2,227 mg
SOx	11,720 mg	26,125 mg
CH4	14,238 mg	19,485 mg
CO2	92,322 g	105,288 g
N2O	293,125 µg	473,279 µg

Tabla 53: Resultados de un coche diesel del año 2007 en GREET.

11.3.14. Turismo diesel año 2008.

En la Imagen 64 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro IV y los factores de emisión para los turismos diesel de este año.



Energy consumption		Exhaust Emissions		Other Emissions		Fuel - Pathway Specifications	
	Value	% of Baseline		Emission Factor		Emission Factor	
MPGGE:	16,393 km/L	100,00%	VOC	19,250 mg/km	PM10_TBW	11,250 mg/km	Add New Fuel Conventional Diesel Pathway: Conventional 100,000
Consumption:	0,061 L/km		CO	500,000 mg/km	PM2.5_TBW	2,875 mg/km	
Urban share:	0,670		NOx	250,000 mg/km	VOC_evap	0,000 g/m	
			PM10	0,000 g/m			
			PM2.5	0,000 g/m			
			CH4	20,813 mg/km			
			N2O	437,500 ug/km			

Imagen 64: Creación del vehículo diesel en GREET del año 2008.

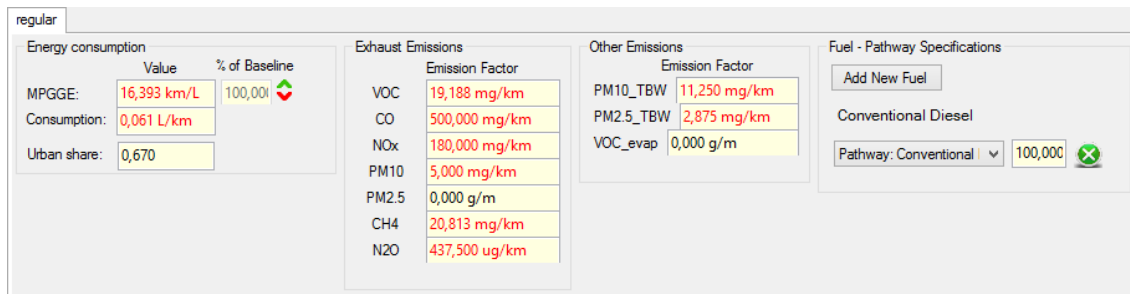
En la Tabla 54 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DIESEL AÑO 2008		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	519,810Wh	637,112Wh
EMISIONES		
VOC	19,250 mg	34,244 mg
CO	500,000 mg	523,379 mg
NOx	250,000 mg	344,315 mg
PM10	0 mg	10,219 mg
PM2,5	0 mg	7,414 mg
SOx	17,492 mg	74,158 mg
CH4	20,813 mg	227,016 mg
CO2	137,796 g	170,194 g
N2O	437,500 µg	865,709 µg
Gas efecto Invernadero	139,292 g	177,001 g
URBANO		
VOC	12,898 mg	16,482 mg
CO	335,000 mg	341,825 mg
NOx	167,500 mg	186,093 mg
PM10	0 mg	3,663 mg
PM2,5	0 mg	2,227 mg
SOx	11,720 mg	26,125 mg
CH4	13,945 mg	19,192 mg
CO2	92,323 g	105,289 g
N2O	293,125 µg	473,279 µg

Tabla 54: Resultados de un coche diesel del año 2008 en GREET.

11.3.15. Turismo diesel año 2009.

En la Imagen 65 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro V y los factores de emisión para los turismos diesel de este año.



Energy consumption			Exhaust Emissions		Other Emissions		Fuel - Pathway Specifications	
	Value	% of Baseline		Emission Factor		Emission Factor		
MPGGE:	16,393 km/L	100,00%	VOC	19,188 mg/km	PM10_TBW	11,250 mg/km	Add New Fuel	
Consumption:	0,061 L/km		CO	500,000 mg/km	PM2.5_TBW	2,875 mg/km	Conventional Diesel	
Urban share:	0,670		NOx	180,000 mg/km	VOC_evap	0,000 g/m	Pathway: Conventional 100,000 X	
			PM10	5,000 mg/km				
			PM2.5	0,000 g/m				
			CH4	20,813 mg/km				
			N2O	437,500 ug/km				

Imagen 65: Creación del vehículo diesel en GREET del año 2009.

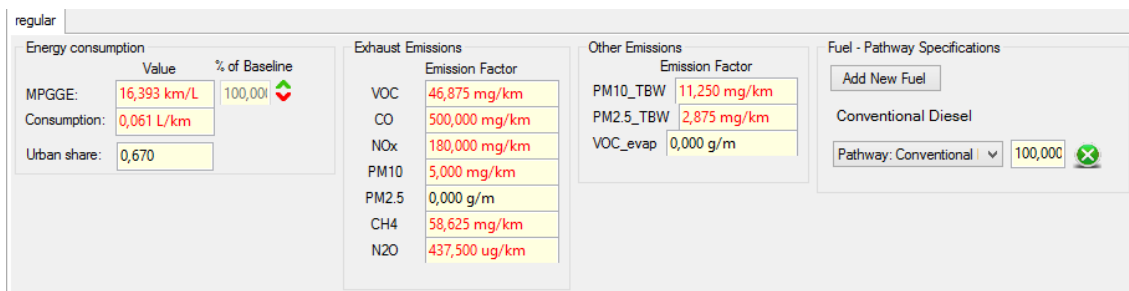
En la Tabla 55 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DIESEL AÑO 2009		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	519,810Wh	637,112Wh
EMISIONES		
VOC	19,188 mg	34,182 mg
CO	500,000 mg	523,379 mg
NOx	180,000 mg	274,315 mg
PM10	5,000 mg	15,219 mg
PM2,5	0 mg	7,414 mg
SOx	17,492 mg	74,158 mg
CH4	20,813 mg	227,016 mg
CO2	137,796 g	170,194 g
N2O	437,500 µg	865,709 µg
Gas efecto Invernadero	139,292 g	177,001 g
URBANO		
VOC	12,856 mg	16,440 mg
CO	335,000 mg	341,825 mg
NOx	120,600 mg	139,193 mg
PM10	3,350 mg	7,013 mg
PM2,5	0 mg	2,227 mg
SOx	11,720 mg	26,125 mg
CH4	13,945 mg	19,192 mg
CO2	92,323 g	105,290 g
N2O	293,125 µg	473,279 µg

Tabla 55: Resultados de un coche diesel del año 2009 en GREET.

11.3.16. Turismo diesel año 2010.

En la Imagen 66 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro V y los factores de emisión para los turismos diesel de este año.



Energy consumption		Exhaust Emissions	Other Emissions	Fuel - Pathway Specifications
Value	% of Baseline	Emission Factor	Emission Factor	
MPGGE: 16,393 km/L	100,00%	VOC 46,875 mg/km	PM10_TBW 11,250 mg/km	Add New Fuel
Consumption: 0,061 L/km		CO 500,000 mg/km	PM2.5_TBW 2,875 mg/km	Conventional Diesel
Urban share: 0,670		NOx 180,000 mg/km	VOC_evap 0,000 g/m	Pathway: Conventional 100,000
		PM10 5,000 mg/km		
		PM2.5 0,000 g/m		
		CH4 58,625 mg/km		
		N2O 437,500 ug/km		

Imagen 66: Creación del vehículo diesel en GREET del año 2010.

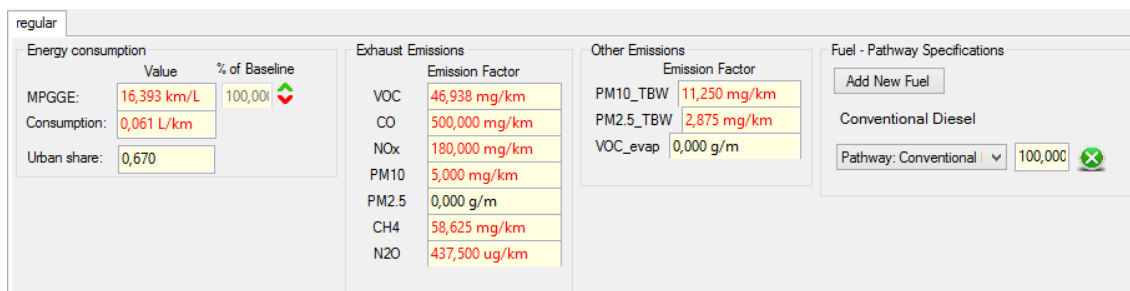
En la Tabla 56 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DIESEL AÑO 2010		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	519,810Wh	637,112Wh
EMISIONES		
VOC	46,875 mg	61,869 mg
CO	500,000 mg	523,379 mg
NOx	180,000 mg	274,315 mg
PM10	5,000 mg	15,219 mg
PM2,5	0 mg	7,414 mg
SOx	17,492 mg	74,158 mg
CH4	58,625 mg	264,828 mg
CO2	137,606 g	170,004 g
N2O	437,500 µg	865,709 µg
Gas efecto Invernadero	140,134 g	177,842 g
URBANO		
VOC	31,406 mg	34,990 mg
CO	335,000 mg	341,825 mg
NOx	120,600 mg	139,193 mg
PM10	3,350 mg	7,013 mg
PM2,5	0 mg	2,227 mg
SOx	11,720 mg	26,125 mg
CH4	39,279 mg	44,526 mg
CO2	92,196 g	105,162 g
N2O	293,125 µg	473,279 µg

Tabla 56: Resultados de un coche diesel del año 2010 en GREET.

11.3.17. Turismo diesel año 2011.

En la Imagen 67 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro V y los factores de emisión para los turismos diesel de este año.



Energy consumption		Exhaust Emissions		Other Emissions		Fuel - Pathway Specifications	
	Value	% of Baseline		Emission Factor		Emission Factor	
MPGGE:	16,393 km/L	100,00%	VOC	46,938 mg/km	PM10_TBW	11,250 mg/km	Add New Fuel Conventional Diesel Pathway: Conventional 100,000
Consumption:	0,061 L/km		CO	500,000 mg/km	PM2.5_TBW	2,875 mg/km	
Urban share:	0,670		NOx	180,000 mg/km	VOC_evap	0,000 g/m	
			PM10	5,000 mg/km			
			PM2.5	0,000 g/m			
			CH4	58,625 mg/km			
			N2O	437,500 ug/km			

Imagen 67: Creación del vehículo diesel en GREET del año 2011.

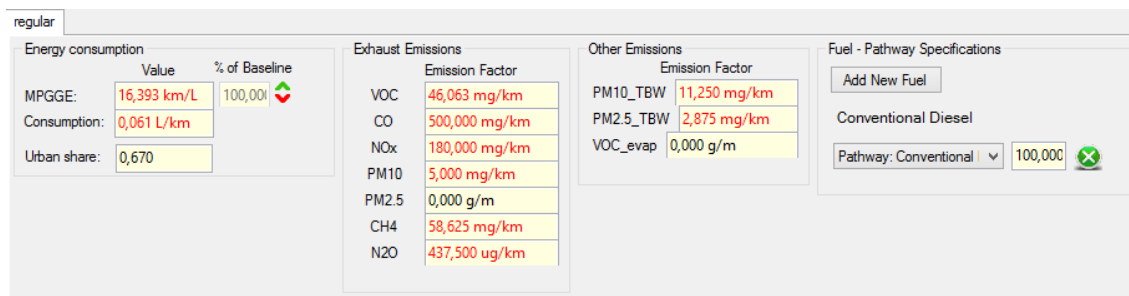
En la Tabla 57 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DIESEL AÑO 2011		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	519,810Wh	637,112Wh
EMISIONES		
VOC	46,938 mg	61,932 mg
CO	500,000 mg	523,379 mg
NOx	180,000 mg	274,315 mg
PM10	5,000 mg	15,219 mg
PM2,5	0 mg	7,414 mg
SOx	17,492 mg	74,158 mg
CH4	58,625 mg	264,828 mg
CO2	137,606 g	170,003 g
N2O	437,500 µg	865,709 µg
Gas efecto Invernadero	140,134 g	177,842 g
URBANO		
VOC	31,448 mg	35,032 mg
CO	335,000 mg	341,825 mg
NOx	120,600 mg	139,193 mg
PM10	3,350 mg	7,013 mg
PM2,5	0 mg	2,227 mg
SOx	11,720 mg	26,125 mg
CH4	39,279 mg	44,526 mg
CO2	92,196 g	105,162 g
N2O	293,125 µg	473,279 µg

Tabla 57: Resultados de un coche diesel del año 2011 en GREET.

11.3.18. Turismo diesel año 2012.

En la Imagen 68 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro V y los factores de emisión para los turismos diesel de este año.



The screenshot shows the GREET software interface for a 2012 diesel car. The 'regular' tab is selected. The 'Energy consumption' section shows MPGGE: 16,393 km/L (100,00% of baseline) and Consumption: 0,061 L/km. The 'Exhaust Emissions' section lists factors for VOC (46,063 mg/km), CO (500,000 mg/km), NOx (180,000 mg/km), PM10 (5,000 mg/km), PM2.5 (0,000 g/m), CH4 (58,625 mg/km), and N2O (437,500 ug/km). The 'Other Emissions' section lists factors for PM10_TBW (11,250 mg/km), PM2.5_TBW (2,875 mg/km), and VOC_evap (0,000 g/m). The 'Fuel - Pathway Specifications' section shows 'Conventional Diesel' and 'Pathway: Conventional' with a value of 100,000.

Imagen 68: Creación del vehículo diesel en GREET del año 2012.

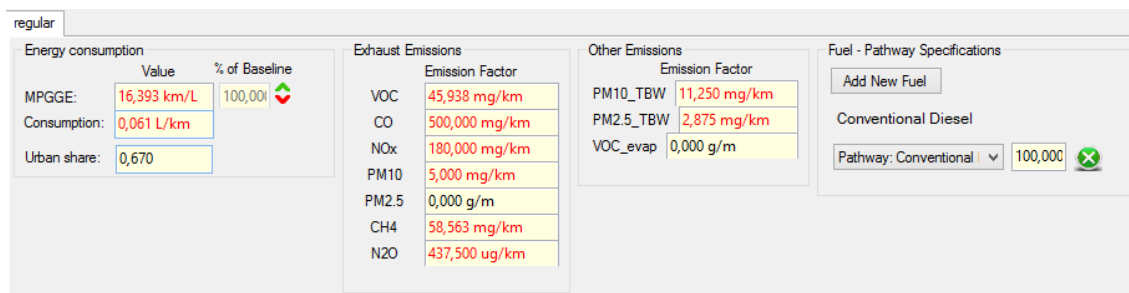
En la Tabla 58 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DIESEL AÑO 2012		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	519,810Wh	637,112Wh
EMISIONES		
VOC	46,063 mg	61,057 mg
CO	500,000 mg	523,379 mg
NOx	180,000 mg	274,315 mg
PM10	5,000 mg	15,219 mg
PM2,5	0 mg	7,414 mg
SOx	17,492 mg	74,158 mg
CH4	58,625 mg	264,828 mg
CO2	137,609 g	170,006 g
N2O	437,500 µg	865,709 µg
Gas efecto Invernadero	140,134 g	177,842 g
URBANO		
VOC	30,862 mg	34,446 mg
CO	335,000 mg	341,825 mg
NOx	120,600 mg	139,193 mg
PM10	3,350 mg	7,013 mg
PM2,5	0 mg	2,227 mg
SOx	11,720 mg	26,125 mg
CH4	39,279 mg	44,526 mg
CO2	92,198 g	105,164 g
N2O	293,125 µg	473,279 µg

Tabla 58: Resultados de un coche diesel del año 2012 en GREET.

11.3.19. Turismo diesel año 2013.

En la Imagen 69 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro V y los factores de emisión para los turismos diesel de este año.



Energy consumption			Exhaust Emissions		Other Emissions		Fuel - Pathway Specifications	
	Value	% of Baseline		Emission Factor		Emission Factor		
MPGGE:	16,393 km/L	100,00%	VOC	45,938 mg/km	PM10_TBW	11,250 mg/km	Add New Fuel	
Consumption:	0,061 L/km		CO	500,000 mg/km	PM2.5_TBW	2,875 mg/km	Conventional Diesel	
Urban share:	0,670		NOx	180,000 mg/km	VOC_evap	0,000 g/m	Pathway: Conventional 100,000	
			PM10	5,000 mg/km				
			PM2.5	0,000 g/m				
			CH4	58,563 mg/km				
			N2O	437,500 ug/km				

Imagen 69: Creación del vehículo diesel en GREET del año 2013.

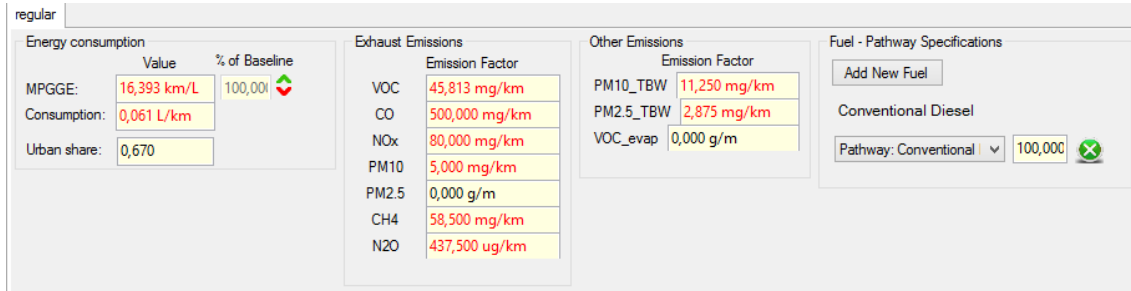
En la Tabla 59 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DIESEL AÑO 2013		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	519,810Wh	637,112Wh
EMISIONES		
VOC	45,938 mg	60,932 mg
CO	500,000 mg	523,379 mg
NOx	180,000 mg	274,315 mg
PM10	5,000 mg	15,219 mg
PM2,5	0 mg	7,414 mg
SOx	17,492 mg	74,158 mg
CH4	58,563 mg	264,766 mg
CO2	137,609 g	170,007 g
N2O	437,500 µg	865,709 µg
Gas efecto Invernadero	140,132 g	177,841 g
URBANO		
VOC	30,778 mg	34,362 mg
CO	335,000 mg	341,825 mg
NOx	120,600 mg	139,193 mg
PM10	3,350 mg	7,013 mg
PM2,5	0 mg	2,227 mg
SOx	11,720 mg	26,125 mg
CH4	39,237 mg	44,485 mg
CO2	92,198 g	105,164 g
N2O	293,125 µg	473,279 µg

Tabla 59: Resultados de un coche diesel del año 2013 en GREET.

11.3.20. Turismo diesel año 2014.

En la Imagen 70 se puede observar el vehículo modelado según la norma Euro VI y los factores de emisión para los turismos diesel de este año.



Energy consumption		Exhaust Emissions		Other Emissions		Fuel - Pathway Specifications	
	Value	% of Baseline		Emission Factor		Emission Factor	
MPGGE:	16,393 km/L	100,00%	VOC	45,813 mg/km	PM10_TBW	11,250 mg/km	Add New Fuel Conventional Diesel Pathway: Conventional 100,000
Consumption:	0,061 L/km		CO	500,000 mg/km	PM2.5_TBW	2,875 mg/km	
Urban share:	0,670		NOx	80,000 mg/km	VOC_evap	0,000 g/m	
			PM10	5,000 mg/km			
			PM2.5	0,000 g/m			
			CH4	58,500 mg/km			
			N2O	437,500 ug/km			

Imagen 70: Creación del vehículo diesel en GREET del año 2014.

En la Tabla 60 se observan los resultados obtenidos en el GREET.

COCHE DIESEL AÑO 2014		
	Operación del vehículo por km	Total por km
Energía total	519,810Wh	637,112Wh
EMISIONES		
VOC	45,813 mg	60,807 mg
CO	500,000 mg	523,379 mg
NOx	80,000 mg	174,315 mg
PM10	5,000 mg	15,219 mg
PM2,5	0 mg	7,414 mg
SOx	17,492 mg	74,158 mg
CH4	58,500 mg	264,703 mg
CO2	137,610 g	170,007 g
N2O	437,500 µg	865,709 µg
Gas efecto Invernadero	140,131 g	177,839 g
URBANO		
VOC	30,695 mg	34,279 mg
CO	335,000 mg	341,825 mg
NOx	53,600 mg	72,193 mg
PM10	3,350 mg	7,013 mg
PM2,5	0 mg	2,227 mg
SOx	11,720 mg	26,125 mg
CH4	39,195 mg	44,443 mg
CO2	92,198 g	105,165 g
N2O	293,125 µg	473,279 µg

Tabla 60: Resultados de un coche diesel del año 2014 en GREET.

11.4. ANEXO 4. CÁLCULO EMISIONES VEHÍCULOS DE GASOLINA.

11.4.1. Turismo gasolina año 1995.

En la Tabla 4 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 17,187 mg
- SOx: 14,638 mg
- PM₁₀: 3,344 mg
- PM_{2.5}: 2,036 mg
- CO₂: 150,518 g

Este tipo de vehículos emite en total 161,857 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$161,857 \frac{g}{km} \times 50 km = 8.092,85 g = 8,09 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,09 kg \times 365 \text{ días} = 2.952,85 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 1995.

$$\begin{aligned} 2.952,85 kg \times 189.616 \text{ turismos} &= 559.907.605,6 kg \\ &= \mathbf{0,560 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}} \end{aligned}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$\begin{aligned} 150,518 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 \text{ días} \times 189.616 \text{ turismos} \\ = \mathbf{0,521 \text{ millones de toneladas de CO}_2.} \end{aligned}$$

11.4.2. Turismo gasolina año 1996.

En la Tabla 5 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 17,187 mg
- SOx: 14,638 mg
- PM₁₀: 3,344 mg
- PM_{2.5}: 2,036 mg
- CO₂: 151,497 g

Este tipo de vehículos emite en total 160,981 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:



$$160,981 \frac{g}{km} \times 50 km = 8.049,05 g = 8,05 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,05 kg \times 365 \text{ días} = 2.938,25 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 1996.

$$2.938,25 kg \times 229.005 \text{ turismos} = 672.873.941,3 kg \\ = \mathbf{0,673 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$151,497 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 \text{ días} \times 229.005 \text{ turismos} \\ = \mathbf{0,633 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.4.3. Turismo gasolina año 1997.

En la Tabla 6 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 17,187 mg
- SOx: 14,638 mg
- PM₁₀: 3,344 mg
- PM_{2.5}: 2,036 mg
- CO₂: 152,389 g

Este tipo de vehículos emite en total 160,856 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$160,856 \frac{g}{km} \times 50 km = 8.042,8 g = 8,04 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,04 kg \times 365 \text{ días} = 2.934,60 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 1997.

$$2.934,60 kg \times 291.681 \text{ turismos} = 855.967.062,6 kg \\ = \mathbf{0,856 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:



$$152,389 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 \text{ días} \times 291.681 \text{ turismos} \\ = \mathbf{0,811 \text{ millones de toneladas de } CO_2}.$$

11.4.4. Turismo gasolina año 1998.

En la Tabla 7 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 17,187 mg
- SOx: 14,638 mg
- PM₁₀: 3,344 mg
- PM_{2.5}: 2,036 mg
- CO₂: 152,829 g

Este tipo de vehículos emite en total 160,464 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$160,464 \frac{g}{km} \times 50 km = 8.023,2 g = 8,02 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,02 kg \times 365 \text{ días} = 2.927,30 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 1998.

$$2.927,30 kg \times 364.983 \text{ turismos} = 1.068.414.736 kg \\ = \mathbf{1,068 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$152,829 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 \text{ días} \times 364.983 \text{ turismos} \\ = \mathbf{1,018 \text{ millones de toneladas de } CO_2}.$$

11.4.5. Turismo gasolina año 1999.

En la Tabla 8 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 17,187 mg
- SOx: 14,638 mg
- PM₁₀: 3,344 mg
- PM_{2.5}: 2,036 mg
- CO₂: 152,856 g



Este tipo de vehículos emite en total 159,798 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$159,798 \frac{g}{km} \times 50 km = 7.989,9 g = 7,99 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$7,99 kg \times 365 \text{ días} = 2.916,35 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 1999.

$$\begin{aligned} 2.916,35 kg \times 466.486 \text{ turismos} &= 1.360.436.446 kg \\ &= \mathbf{1,360 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}} \end{aligned}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$\begin{aligned} 152,856 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 \text{ días} \times 466.486 \text{ turismos} \\ = \mathbf{1,301 \text{ millones de toneladas de CO}_2.} \end{aligned}$$

11.4.6. Turismo gasolina año 2000.

En la Tabla 9 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 117,687 mg
- SOx: 14,638 mg
- PM₁₀: 3,344 mg
- PM_{2,5}: 2,036 mg
- CO₂: 152,766 g

Este tipo de vehículos emite en total 159,097 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$159,097 \frac{g}{km} \times 50 km = 7.954,85 g = 7,95 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$7,95 kg \times 365 \text{ días} = 2.901,75 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2000.

$$\begin{aligned} 2.901,75 kg \times 475.699 \text{ turismos} &= 1.380.359.573 kg \\ &= \mathbf{1,380 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}} \end{aligned}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$152,766 \frac{g}{km} \times 50km \times 365 \text{ días} \times 475.699 \text{ turismos} \\ = \mathbf{1,326 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.4.7. Turismo gasolina año 2001.

En la Tabla 10 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 117,687 mg
- SOx: 14,638 mg
- PM₁₀: 3,344 mg
- PM_{2.5}: 2,036 mg
- CO₂: 153,069 g

Este tipo de vehículos emite en total 157,135 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$157,135 \frac{g}{km} \times 50 \text{ km} = 7.856,75 \text{ g} = 7,86 \text{ kg de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$7,86 \text{ kg} \times 365 \text{ días} = 2.868,90 \text{ kg de gas efecto invernadero}.$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2001.

$$2.868,90 \text{ kg} \times 544.693 \text{ turismos} = 1.562.669.748 \text{ kg} \\ = \mathbf{1,563 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero}.$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$153,069 \frac{g}{km} \times 50km \times 365 \text{ días} \times 544.693 \text{ turismos} \\ = \mathbf{1,522 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.4.8. Turismo gasolina año 2002.

En la Tabla 11 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 117,687 mg
- SOx: 14,638 mg
- PM₁₀: 3,344 mg
- PM_{2.5}: 2,036 mg
- CO₂: 153,226 g



Este tipo de vehículos emite en total 157,107 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$157,107 \frac{g}{km} \times 50 km = 7.855,35 g = 7,85 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$7,85 kg \times 365 \text{ días} = 2.865,25 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2002.

$$\begin{aligned} 2.865,25 kg \times 465.106 \text{ turismos} &= 1.332.644.967 kg \\ &= \mathbf{1,333 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}} \end{aligned}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$\begin{aligned} 153,226 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 \text{ días} \times 465.106 \text{ turismos} \\ = \mathbf{1,301 \text{ millones de toneladas de CO}_2.} \end{aligned}$$

11.4.9. Turismo gasolina año 2003.

En la Tabla 12 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 117,687 mg
- SOx: 14,638 mg
- PM₁₀: 3,344 mg
- PM_{2.5}: 2,036 mg
- CO₂: 153,121 g

Este tipo de vehículos emite en total 157,108 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$157,108 \frac{g}{km} \times 50 km = 7.855,4 g = 7,86 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$7,86 kg \times 365 \text{ días} = 2.868,90 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2003.

$$\begin{aligned} 2.868,90 kg \times 479.367 \text{ turismos} &= 1.375.255.986 kg \\ &= \mathbf{1,375 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}} \end{aligned}$$



Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$153,121 \frac{g}{km} \times 50km \times 365 \text{ días} \times 479.367 \text{ turismos} \\ = \mathbf{1,340 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.4.10. Turismo gasolina año 2004.

En la Tabla 13 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 117,687 mg
- SOx: 14,638 mg
- PM₁₀: 3,344 mg
- PM_{2.5}: 2,036 mg
- CO₂: 153,175 g

Este tipo de vehículos emite en total 157,118 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$157,118 \frac{g}{km} \times 50 \text{ km} = 7.855,9 \text{ g} = 7,86 \text{ kg de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$7,86 \text{ kg} \times 365 \text{ días} = 2.868,90 \text{ kg de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2004.

$$2.868,90 \text{ kg} \times 488.601 \text{ turismos} = 1.401.747.409 \text{ kg} \\ = \mathbf{1,402 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$153,175 \frac{g}{km} \times 50km \times 365 \text{ días} \times 488.601 \text{ turismos} \\ = \mathbf{1,366 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.4.11. Turismo gasolina año 2005.

En la Tabla 14 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 70,787 mg
- SOx: 14,638 mg
- PM₁₀: 3,344 mg
- PM_{2.5}: 2,036 mg
- CO₂: 155,226 g

Este tipo de vehículos emite en total 157,119 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$157,119 \frac{g}{km} \times 50 km = 7.855,95 g = 7,86 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$7,86 kg \times 365 \text{ días} = 2.868,90 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2005.

$$\begin{aligned} 2.868,90 kg \times 468.988 \text{ turismos} &= 1.345.479.673 kg \\ &= \mathbf{1,345 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}} \end{aligned}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$\begin{aligned} 155,226 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 \text{ días} \times 468.988 \text{ turismos} \\ = \mathbf{1,329 \text{ millones de toneladas de CO}_2.} \end{aligned}$$

11.4.12. Turismo gasolina año 2006.

En la Tabla 15 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 70,787 mg
- SOx: 14,638 mg
- PM₁₀: 3,344 mg
- PM_{2,5}: 2,036 mg
- CO₂: 155,298 g

Este tipo de vehículos emite en total 157,072 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$157,072 \frac{g}{km} \times 50 km = 7.853,60 g = 7,85 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$7,85 kg \times 365 \text{ días} = 2.865,25 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2006.



$$2.865,25 \text{ kg} \times 446.209 \text{ turismos} = 1.278.500.337 \text{ kg} \\ = \mathbf{1,279 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$155,298 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} \times 365 \text{ días} \times 446.209 \text{ turismos} \\ = \mathbf{1,265 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.4.13. Turismo gasolina año 2007.

En la Tabla 16 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 70,787 mg
- SOx: 14,638 mg
- PM₁₀: 3,344 mg
- PM_{2.5}: 2,036 mg
- CO₂: 155,309 g

Este tipo de vehículos emite en total 157,070 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$157,070 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} = 7.853,50 \text{ g} = 7,85 \text{ kg de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$7,85 \text{ kg} \times 365 \text{ días} = 2.865,25 \text{ kg de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2007.

$$2.865,25 \text{ kg} \times 425.984 \text{ turismos} = 1.220.550.656 \text{ kg} \\ = \mathbf{1,221 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$155,309 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} \times 365 \text{ días} \times 425.984 \text{ turismos} \\ = \mathbf{1,207 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.4.14. Turismo gasolina año 2008.

En la Tabla 17 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 70,787 mg
- SOx: 14,638 mg
- PM₁₀: 3,344 mg
- PM_{2.5}: 2,036 mg
- CO₂: 155,304 g



Este tipo de vehículos emite en total 157,068 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$157,068 \frac{g}{km} \times 50 km = 7.853,40 g = 7,85 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$7,85 kg \times 365 \text{ días} = 2.865,25 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2008.

$$\begin{aligned} 2.865,25 kg \times 313.647 \text{ turismos} &= 898.677.066,8 kg \\ &= \mathbf{0,899 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}} \end{aligned}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$\begin{aligned} 155,304 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 \text{ días} \times 313.647 \text{ turismos} \\ = \mathbf{0,889 \text{ millones de toneladas de CO}_2.} \end{aligned}$$

11.4.15. Turismo gasolina año 2009.

En la Tabla 18 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 57,387 mg
- SOx: 14,638 mg
- PM₁₀: 6,694 mg
- PM_{2,5}: 2,036 mg
- CO₂: 155,333 g

Este tipo de vehículos emite en total 157,056 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$157,056 \frac{g}{km} \times 50 km = 7.852,80 g = 7,85 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$7,85 kg \times 365 \text{ días} = 2.865,25 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2009.

$$\begin{aligned} 2.865,25 kg \times 271.680 \text{ turismos} &= 778.431.120 kg \\ &= \mathbf{0,778 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}} \end{aligned}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$155,333 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 \text{ días} \times 271.680 \text{ turismos} \\ = \mathbf{0,770 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.4.16. Turismo gasolina año 2010.

En la Tabla 19 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 57,387 mg
- SOx: 14,638 mg
- PM₁₀: 6,694 mg
- PM_{2.5}: 2,036 mg
- CO₂: 155,332 g

Este tipo de vehículos emite en total 157,055 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$157,055 \frac{g}{km} \times 50 km = 7.852,75 g = 7,85 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$7,85 kg \times 365 \text{ días} = 2.865,25 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2010.

$$2.865,25 kg \times 257.451 \text{ turismos} = 737.661.477,8 kg \\ = \mathbf{0,738 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$155,332 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 \text{ días} \times 257.451 \text{ turismos} \\ = \mathbf{0,730 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.4.17. Turismo gasolina año 2011.

En la Tabla 20 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 57,387 mg
- SOx: 14,638 mg
- PM₁₀: 6,694 mg
- PM_{2.5}: 2,036 mg
- CO₂: 155,327 g

Este tipo de vehículos emite en total 156,647 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$156,647 \frac{g}{km} \times 50 km = 7.832,35 g = 7,83 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$7,83 kg \times 365 \text{ días} = 2.857,95 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2011.

$$\begin{aligned} 2.857,95 kg \times 209.328 \text{ turismos} &= 598.248.957,6 kg \\ &= \mathbf{0,598 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}} \end{aligned}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$\begin{aligned} 155,327 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 \text{ días} \times 209.328 \text{ turismos} \\ = \mathbf{0,593 \text{ millones de toneladas de CO}_2.} \end{aligned}$$

11.4.18. Turismo gasolina año 2012.

En la Tabla 21 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 57,387 mg
- SOx: 14,638 mg
- PM₁₀: 6,694 mg
- PM_{2,5}: 2,036 mg
- CO₂: 155,323 g

Este tipo de vehículos emite en total 156,632 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$156,632 \frac{g}{km} \times 50 km = 7.831,60 g = 7,83 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$7,83 kg \times 365 \text{ días} = 2.857,95 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2012.



$$2.857,95 \text{ kg} \times 187.533 \text{ turismos} = 535.959.937,4 \text{ kg} \\ = \mathbf{0,536 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$155,323 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} \times 365 \text{ días} \times 187.533 \text{ turismos} \\ = \mathbf{0,532 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.4.19. Turismo gasolina año 2013.

En la Tabla 22 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 57,387 mg
- SOx: 14,638 mg
- PM₁₀: 6,694 mg
- PM_{2,5}: 2,036 mg
- CO₂: 155,324 g

Este tipo de vehículos emite en total 156,635 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$156,635 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} = 7.831,75 \text{ g} = 7,83 \text{ kg de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$7,83 \text{ kg} \times 365 \text{ días} = 2.857,95 \text{ kg de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2013.

$$2.857,95 \text{ kg} \times 217.609 \text{ turismos} = 621.915.641,6 \text{ kg} \\ = \mathbf{0,622 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$155,324 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} \times 365 \text{ días} \times 217.609 \text{ turismos} \\ = \mathbf{0,617 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.4.20. Turismo gasolina año 2014.

En la Tabla 23 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 57,387 mg
- SOx: 14,638 mg
- PM₁₀: 6,694 mg
- PM_{2,5}: 2,036 mg
- CO₂: 155,327 g

Este tipo de vehículos emite en total 163,442 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$156,635 \frac{g}{km} \times 50 km = 7.831,75 g = 7,83 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$7,83 kg \times 365 \text{ días} = 2.857,95 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2014.

$$\begin{aligned} 2.857,95 kg \times 220.841 \text{ turismos} &= 631.152.536 kg \\ &= \mathbf{0,631 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}} \end{aligned}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$\begin{aligned} 155,327 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 \text{ días} \times 220.841 \text{ turismos} \\ = \mathbf{0,626 \text{ millones de toneladas de CO}_2.} \end{aligned}$$

11.5. ANEXO 5.CÁLCULO EMISIONES VEHÍCULOS DE GASOLINA.

11.5.1. Turismo diesel año 1995.

En la Tabla 26 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 18,593 mg
- SOx: 26,125 mg
- PM₁₀: 110,863 mg
- PM_{2.5}: 2,227 mg
- CO₂: 165,816 g

Este tipo de vehículos emite en total 176,546 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$176,546 \frac{g}{km} \times 50 km = 8.827,30 g = 8,83 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,83 kg \times 365 \text{ días} = 3.222,95 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 1995.



$$3.222,95 \text{ kg} \times 105.337 \text{ turismos} = 339.495.884,2 \text{ kg} \\ = \mathbf{0,339 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$165,816 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} \times 365 \text{ días} \times 105.337 \text{ turismos} \\ = \mathbf{0,319 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.5.2. Turismo diesel año 1996.

En la Tabla 27 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 18,593 mg
- SOx: 26,125 mg
- PM₁₀: 110,863 mg
- PM_{2,5}: 2,227 mg
- CO₂: 165,816 g

Este tipo de vehículos emite en total 176,546 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$176,546 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} = 8.827,30 \text{ g} = 8,83 \text{ kg de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,83 \text{ kg} \times 365 \text{ días} = 3.222,95 \text{ kg de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 1996.

$$3.222,95 \text{ kg} \times 164.820 \text{ turismos} = 531.206.619 \text{ kg} \\ = \mathbf{0,531 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$165,816 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} \times 365 \text{ días} \times 164.820 \text{ turismos} \\ = \mathbf{0,499 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.5.3. Turismo diesel año 1997.

En la Tabla 28 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 387,093 mg
- SOx: 26,125 mg
- PM₁₀: 57,263 mg
- PM_{2,5}: 2,227 mg
- CO₂: 169,211 g

Este tipo de vehículos emite en total 176,546 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$176,546 \frac{g}{km} \times 50 km = 8.827,30 g = 8,83 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,83 kg \times 365 \text{ días} = 3.222,95 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 1997.

$$\begin{aligned} 3.222,95 kg \times 242.104 \text{ turismos} &= 780.289.086,8 kg \\ &= \mathbf{0,780 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}} \end{aligned}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$\begin{aligned} 169,211 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 \text{ días} \times 242.104 \text{ turismos} \\ = \mathbf{0,748 \text{ millones de toneladas de CO}_2.} \end{aligned}$$

11.5.4. Turismo diesel año 1998.

En la Tabla 29 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 387,093 mg
- SOx: 26,125 mg
- PM₁₀: 57,263 mg
- PM_{2,5}: 2,227 mg
- CO₂: 169,211 g

Este tipo de vehículos emite en total 176,546 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$176,546 \frac{g}{km} \times 50 km = 8.827,30 g = 8,83 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,83 kg \times 365 \text{ días} = 3.222,95 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 1998.



$$3.222,95 \text{ kg} \times 369.528 \text{ turismos} = 1.190.970.268 \text{ kg} \\ = \mathbf{1,191 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$169,211 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} \times 365 \text{ días} \times 369.528 \text{ turismos} \\ = \mathbf{1,141 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.5.5. Turismo diesel año 1999.

En la Tabla 30 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 387,093 mg
- SOx: 26,125 mg
- PM₁₀: 57,263 mg
- PM_{2.5}: 2,227 mg
- CO₂: 169,211 g

Este tipo de vehículos emite en total 176,546 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$176,546 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} = 8.827,30 \text{ g} = 8,83 \text{ kg de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,83 \text{ kg} \times 365 \text{ días} = 3.222,95 \text{ kg de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 1999.

$$3.222,95 \text{ kg} \times 518.589 \text{ turismos} = 1.671.386.418 \text{ kg} \\ = \mathbf{1,671 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$169,211 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} \times 365 \text{ días} \times 518.589 \text{ turismos} \\ = \mathbf{1,601 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.5.6. Turismo diesel año 2000.

En la Tabla 31 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 353,593 mg
- SOx: 26,125 mg
- PM₁₀: 37,163 mg
- PM_{2.5}: 2,227 mg
- CO₂: 169,776 g

Este tipo de vehículos emite en total 176,546 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$176,546 \frac{g}{km} \times 50 km = 8.827,30 g = 8,83 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,83 kg \times 365 \text{ días} = 3.222,95 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2000.

$$3.222,95 kg \times 576.308 \text{ turismos} = 1.857.411.869 kg \\ = \mathbf{1,857 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$169,776 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 \text{ días} \times 576.308 \text{ turismos} \\ = \mathbf{1,786 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.5.7. Turismo diesel año 2001.

En la Tabla 32 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 353,593 mg
- SOx: 26,125 mg
- PM₁₀: 37,163 mg
- PM_{2,5}: 2,227 mg
- CO₂: 169,776 g

Este tipo de vehículos emite en total 176,546 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$176,546 \frac{g}{km} \times 50 km = 8.827,30 g = 8,83 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,83 kg \times 365 \text{ días} = 3.222,95 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2001.



$$3.222,95 \text{ kg} \times 616.137 \text{ turismos} = 1.985.778.744 \text{ kg} \\ = \mathbf{1,986 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$169,776 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} \times 365 \text{ días} \times 616.137 \text{ turismos} \\ = \mathbf{1,909 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.5.8. Turismo diesel año 2002.

En la Tabla 33 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 353,593 mg
- SOx: 26,125 mg
- PM₁₀: 37,163 mg
- PM_{2.5}: 2,227 mg
- CO₂: 169,778 g

Este tipo de vehículos emite en total 176,546 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$176,546 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} = 8.827,30 \text{ g} = 8,83 \text{ kg de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,83 \text{ kg} \times 365 \text{ días} = 3.222,95 \text{ kg de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2002.

$$3.222,95 \text{ kg} \times 655.919 \text{ turismos} = 2.113.994.141 \text{ kg} \\ = \mathbf{2,114 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$169,778 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} \times 365 \text{ días} \times 655.919 \text{ turismos} \\ = \mathbf{2,032 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.5.9. Turismo diesel año 2003.

En la Tabla 34 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 353,593 mg
- SOx: 26,125 mg
- PM₁₀: 37,163 mg
- PM_{2.5}: 2,227 mg
- CO₂: 169,778 g

Este tipo de vehículos emite en total 176,546 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$176,546 \frac{g}{km} \times 50 km = 8.827,30 g = 8,83 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,83 kg \times 365 \text{ días} = 3.222,95 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2003.

$$\begin{aligned} 3.222,95 kg \times 772.341 \text{ turismos} &= 2.489.216.426 kg \\ &= \mathbf{2,489 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}} \end{aligned}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$\begin{aligned} 169,778 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 \text{ días} \times 772.341 \text{ turismos} \\ = \mathbf{2,393 \text{ millones de toneladas de CO}_2.} \end{aligned}$$

11.5.10. Turismo diesel año 2004.

En la Tabla 35 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 353,593 mg
- SOx: 26,125 mg
- PM₁₀: 37,163 mg
- PM_{2.5}: 2,227 mg
- CO₂: 169,779 g

Este tipo de vehículos emite en total 176,546 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$176,546 \frac{g}{km} \times 50 km = 8.827,30 g = 8,83 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,83 kg \times 365 \text{ días} = 3.222,95 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2004.



$$3.222,95 \text{ kg} \times 946.643 \text{ turismos} = 3.050.983.057 \text{ kg} \\ = \mathbf{3,051 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$169,779 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} \times 365 \text{ días} \times 946.643 \text{ turismos} \\ = \mathbf{2,933 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.5.11. Turismo diesel año 2005.

En la Tabla 36 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 186,093 mg
- SOx: 26,125 mg
- PM₁₀: 3,663 mg
- PM_{2.5}: 2,227 mg
- CO₂: 169,999 g

Este tipo de vehículos emite en total 176,546 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$176,546 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} = 8.827,30 \text{ g} = 8,83 \text{ kg de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,83 \text{ kg} \times 365 \text{ días} = 3.222,95 \text{ kg de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2005.

$$3.222,95 \text{ kg} \times 1.023.702 \text{ turismos} = 3.299.340.361 \text{ kg} \\ = \mathbf{3,299 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$169,999 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} \times 365 \text{ días} \times 1.023.702 \text{ turismos} \\ = \mathbf{3,176 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.5.12. Turismo diesel año 2006.

En la Tabla 37 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 186,093 mg
- SOx: 26,125 mg
- PM₁₀: 3,663 mg
- PM_{2.5}: 2,227 mg
- CO₂: 170,183 g

Este tipo de vehículos emite en total 176,583 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$176,583 \frac{g}{km} \times 50 km = 8.829,15 g = 8,83 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,83 kg \times 365 \text{ días} = 3.222,95 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2006.

$$\begin{aligned} 3.222,95 kg \times 1.038.454 \text{ turismos} &= 3.346.885.319 kg \\ &= \mathbf{3,347 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}} \end{aligned}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$\begin{aligned} 170,183 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 \text{ días} \times 1.038.454 \text{ turismos} \\ = \mathbf{3,225 \text{ millones de toneladas de CO}_2.} \end{aligned}$$

11.5.13. Turismo diesel año 2007.

En la Tabla 38 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 186,093 mg
- SOx: 26,125 mg
- PM₁₀: 3,663 mg
- PM_{2,5}: 2,227 mg
- CO₂: 170,192 g

Este tipo de vehículos emite en total 177,010 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$177,010 \frac{g}{km} \times 50 km = 8.850,50 g = 8,85 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,85 kg \times 365 \text{ días} = 3.230,25 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2007.



$$3.230,25 \text{ kg} \times 1.021.871 \text{ turismos} = 3.300.898.798 \text{ kg} \\ = \mathbf{3,301 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$170,192 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} \times 365 \text{ días} \times 1.021.871 \text{ turismos} \\ = \mathbf{3,174 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.5.14. Turismo diesel año 2008.

En la Tabla 39 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 186,093 mg
- SOx: 26,125 mg
- PM₁₀: 3,663 mg
- PM_{2.5}: 2,227 mg
- CO₂: 170,194 g

Este tipo de vehículos emite en total 177,001 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$177,001 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} = 8.850,05 \text{ g} = 8,85 \text{ kg de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,85 \text{ kg} \times 365 \text{ días} = 3.230,25 \text{ kg de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2008.

$$3.230,25 \text{ kg} \times 719.024 \text{ turismos} = 2.322.627.276 \text{ kg} \\ = \mathbf{2,323 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$170,194 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} \times 365 \text{ días} \times 719.024 \text{ turismos} \\ = \mathbf{2,233 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.5.15. Turismo diesel año 2009.

En la Tabla 40 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 139,193 mg
- SOx: 26,125 mg
- PM₁₀: 7,013 mg
- PM_{2.5}: 2,227 mg
- CO₂: 170,194 g

Este tipo de vehículos emite en total 177,001 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$177,001 \frac{g}{km} \times 50 km = 8.850,05 g = 8,85 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,85 kg \times 365 \text{ días} = 3.230,25 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2009.

$$\begin{aligned} 3.230,25 kg \times 637.159 \text{ turismos} &= 2.058.182.860 kg \\ &= \mathbf{2,058 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}} \end{aligned}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$\begin{aligned} 170,194 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 \text{ días} \times 637.159 \text{ turismos} \\ = \mathbf{1,979 \text{ millones de toneladas de CO}_2.} \end{aligned}$$

11.5.16. Turismo diesel año 2010.

En la Tabla 41 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 139,193 mg
- SOx: 26,125 mg
- PM₁₀: 7,013 mg
- PM_{2,5}: 2,227 mg
- CO₂: 170,004 g

Este tipo de vehículos emite en total 177,842 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$177,842 \frac{g}{km} \times 50 km = 8.892,10 g = 8,89 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,89 kg \times 365 \text{ días} = 3.244,85 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2010.



$$3.244,85 \text{ kg} \times 648.873 \text{ turismos} = 2.105.495.554 \text{ kg} \\ = \mathbf{2,105 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$170,004 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} \times 365 \text{ días} \times 648.873 \text{ turismos} \\ = \mathbf{2,013 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.5.17. Turismo diesel año 2011.

En la Tabla 42 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 139,193 mg
- SOx: 26,125 mg
- PM₁₀: 7,013 mg
- PM_{2.5}: 2,227 mg
- CO₂: 170,003 g

Este tipo de vehículos emite en total 177,842 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$177,842 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} = 8.892,10 \text{ g} = 8,89 \text{ kg de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,89 \text{ kg} \times 365 \text{ días} = 3.244,85 \text{ kg de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2011.

$$3.244,85 \text{ kg} \times 507.158 \text{ turismos} = 1.645.651.636 \text{ kg} \\ = \mathbf{1,646 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$170,003 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} \times 365 \text{ días} \times 507.158 \text{ turismos} \\ = \mathbf{1,573 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.5.18. Turismo diesel año 2012.

En la Tabla 43 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 139,193 mg
- SOx: 26,125 mg
- PM₁₀: 7,013 mg
- PM_{2.5}: 2,227 mg
- CO₂: 170,006 g

Este tipo de vehículos emite en total 177,842 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$177,842 \frac{g}{km} \times 50 km = 8.892,10 g = 8,89 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,89 kg \times 365 \text{ días} = 3.244,85 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2012.

$$\begin{aligned} 3.244,85 kg \times 431.927 \text{ turismos} &= 1.401.538.326 kg \\ &= \mathbf{1,402 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}} \end{aligned}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$\begin{aligned} 170,006 \frac{g}{km} \times 50 km \times 365 \text{ días} \times 431.927 \text{ turismos} \\ = \mathbf{1,340 \text{ millones de toneladas de CO}_2.} \end{aligned}$$

11.5.19. Turismo diesel año 2013.

En la Tabla 44 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 139,193 mg
- SOx: 26,125 mg
- PM₁₀: 7,013 mg
- PM_{2.5}: 2,227 mg
- CO₂: 170,007 g

Este tipo de vehículos emite en total 177,841 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$177,841 \frac{g}{km} \times 50 km = 8.892,05 g = 8,89 kg \text{ de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,89 kg \times 365 \text{ días} = 3.244,85 kg \text{ de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2013.



$$3.244,85 \text{ kg} \times 454.680 \text{ turismos} = 1.475.368.398 \text{ kg} \\ = \mathbf{1,475 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$170,007 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} \times 365 \text{ días} \times 454.680 \text{ turismos} \\ = \mathbf{1,411 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$

11.5.20. Turismo diesel año 2014.

En la Tabla 45 se puede observar las emisiones que tienen estos turismos en las zonas urbanas:

- NOx: 72,193 mg
- SOx: 26,125 mg
- PM₁₀: 7,013 mg
- PM_{2,5}: 2,227 mg
- CO₂: 170,007 g

Este tipo de vehículos emite en total 177,839 g/km de gas de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que se supone que cada vehículo realiza 50 km al día se obtiene:

$$177,839 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} = 8.891,95 \text{ g} = 8,89 \text{ kg de gas efecto invernadero}$$

Con este resultado, se calcula las emisiones totales de un año que tiene un turismo de gasolina:

$$8,89 \text{ kg} \times 365 \text{ días} = 3.244,85 \text{ kg de gas efecto invernadero.}$$

Con la Tabla 1 se puede calcular el coste ambiental anual de los turismos del Parque Automovilístico con año de matriculación en 2014.

$$3.244,85 \text{ kg} \times 426.649 \text{ turismos} = 1.384.412.008 \text{ kg} \\ = \mathbf{1,384 \text{ millones de toneladas de gas efecto invernadero.}}$$

Para calcular las emisiones totales de CO₂ se realizan las mismas operaciones:

$$170,007 \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 50 \text{ km} \times 365 \text{ días} \times 426.649 \text{ turismos} \\ = \mathbf{1,324 \text{ millones de toneladas de CO}_2}.$$



12. REFERENCIAS.

- [REF. 1] Argonne National Laboratory <http://www.anl.gov/about-argonne>
- [REF.2] Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) <http://www.eea.europa.eu/es>
- [REF.3] Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa
<http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2008-81053>
- [REF.4] Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire
http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2011-1645
- [REF.5] Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de noviembre de 2010, sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación)
<http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2010-82362>
- [REF.6] Real Decreto 430/2004, de 12 de marzo, por el que se establecen nuevas normas sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión, y se fijan ciertas condiciones para el control de las emisiones a la atmósfera de las refinerías de petróleo <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2004-5117>
- [REF.7] Directiva 2014/77/UE de la Comisión, de 10 de junio de 2014, que modifica los anexos I y II de la Directiva 98/70/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la calidad de la gasolina y el gasóleo http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=DOUE-L-2014-81268
- [REF.8] European Union Law, Normas Euro <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=URISERV:I28186>
- [REF.9] Energy European Commission http://ec.europa.eu/index_en.htm
- [REF.10] Alianza Europea de Investigación en Energía (EERA) <http://www.eera-set.eu/>
- [REF.11] Plataformas Tecnológicas Europeas (PTE) http://ec.europa.eu/research/innovation-union/index_en.cfm?pg=etp
- [REF.12] Listado de países miembros pertenecientes al SET-Plan
<http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20130926-members-lists.pdf>
- [REF.13] Parlamento Europeo <http://www.europarl.europa.eu/portal/es>
- [REF.14] Espacio Económico Europeo (EEE)
http://www.idcfederacion.org/es/index.php?option=com_content&view=article&id=786:espacio-economico-europeo-eee&catid=48:palabras-clave-de-la-union-europea&Itemid=201
- [REF.15] Artículo del ABC <http://www.abc.es/20110209/sociedad/abci-contaminacion-europa-201102081049.html>
- [REF.16] MAPFRE <https://www.mapfrere.com/reaseguro/es/>
- [REF.17] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) <http://www.idae.es/>



[REF.18] Dirección General de Tráfico (DGT) <http://www.dgt.es/es/>

[REF.19] Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (Anfac)
<http://www.anfac.com/portada.action>

[REF.20] Audatex, empresa especializada en valoración de siniestros <http://www.audatex.es/>

[REF.21] Updated Emission Factors of Air Pollutants from Vehicle Operations in GREETM Using
MOVES <https://greet.es.anl.gov/publication-vehicles-13>

[REF.22] Organización Mundial de la Salud (OMS) <http://www.who.int/es/>

[REF.23] Agencia Internacional de la Energía <http://www.iea.org/>

[REF.24] Red Eléctrica Española <http://www.ree.es/es/>

[REF.25] Autocasión <http://www.autocasion.com/>

[REF.26] Periódico 20Minutos <http://www.20minutos.es/>